



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD QLO
E23 S25 1994
Travis Academic Services, com

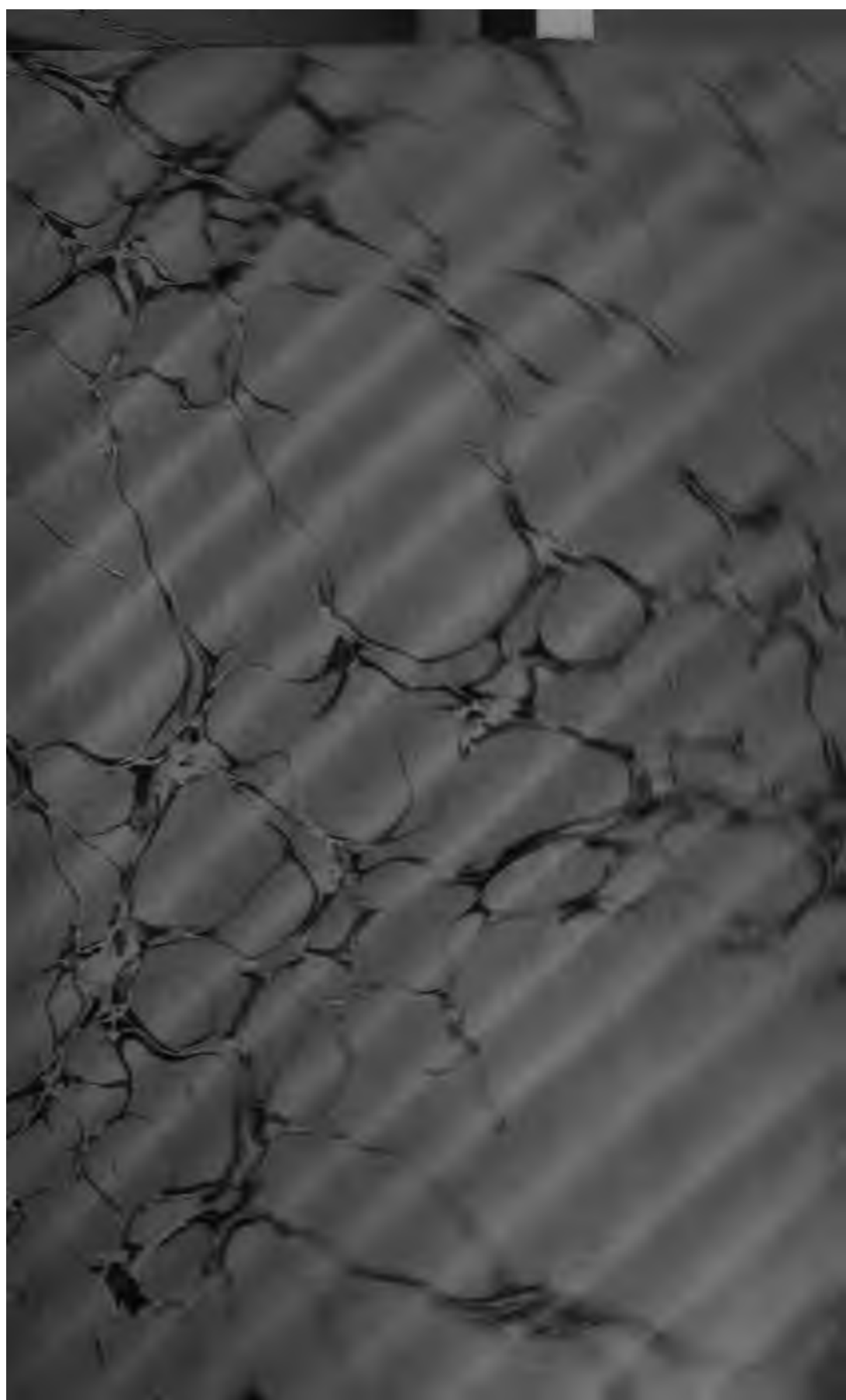


24501083399



Lane Medical Library
Stanford University Medical Center

Gift



1241



OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

DESCRIPTION ET ICONOGRAPHIE

DES VAISSEAUX LYMPHATIQUES

Grand in-folio avec Atlas

Cet ouvrage comprend un texte descriptif et 48 planches accompagnées chacune d'un texte explicatif placé en regard..... 240 fr.

(Épuisé.)

Les éléments figurés du sang dans la série animale, avec quinze planches..... 40 fr.

(Épuisé.)

Études sur l'appareil mucipare et le système lymphatique des Poissons..... 75 fr.

Recherches sur l'appareil respiratoire des Oiseaux, avec quatre planches, petit in-fol..... 10 fr.

Traité d'anatomie descriptive en quatre volumes, avec 900 fig. intercalées dans le texte. Quatrième édition..... 60 fr.

TRAITÉ
D'ANATOMIE GÉNÉRALE

COMPRENANT L'ÉTUDE
DES SYSTÈMES, DES TISSUS ET DES ÉLÉMENTS
ÉTUDE FONDÉE SUR UNE MÉTHODE NOUVELLE
LA MÉTHODE DES DISSOCIATIONS

PAR
Ph. C. SAPPEY
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR HONORAIRE DE LA FACULTÉ

Avec figures intercalées dans le texte

PARIS
BATAILLE ET C^{ie}, ÉDITEURS
23, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

—
1894

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

Y. S. ...
Y. S. ...
Y. S. ...

122753

A la Mémoire de

BICHAT

*A l'auteur des recherches sur la vie et la mort
Au fondateur de l'anatomie générale*

*Au génie puissant
qui a formulé, avec un éclat incomparable, les principes
sur lesquels repose cette branche de la science*

*Au maître illustre entre tous
qui nous a ouvert la voie
et qui marchait d'un pas rapide vers ses hautes destinées
lorsqu'une mort si cruellement prématurée
est venue l'enlever à nos espérances*

ERRATA

Substituer à l'explication de la figure 57 l'explication suivante :

1, 1, artères périostiques. — 2, 2, artérioles s'anastomosant avec les précédentes. — 3, veine. — 4, 4, ses deux principales branches. — 5, autre veinule. — 6, 6, capillaires sanguins. — 7, rameau nerveux. — 8, un autre rameau nerveux qui s'anastomose avec le précédent. — 9, 9, deux ramuscules anastomotiques qui vont le rejoindre. — 10, ramuscule nerveux qui s'unit aussi aux divisions qui précédent. — 11, petit plexus occupant le point de rencontre de toutes ces divisions.

Rectifier ainsi l'explication de la figure 99, à D :

4, ces globules rouges ramenés à l'état de globules blancs. — 5, globules blancs.

PRÉFACE

Trois principales pensées expliquent et résument le but que je me suis proposé en publiant cet ouvrage.

Reconstituer l'anatomie générale sur la base où elle avait été fondée par Bichat, reprendre l'histoire des systèmes si délaissée de nos jours, et la réintroduire dans le cadre de nos études : telle est la première ;

Montrer que nos procédés d'étude sont insuffisants, que la méthode des coupes, très utile à certains égards, laisse dans l'ombre une foule de faits importants, et lui substituer, comme méthode générale, la méthode des dissociations : telle est la seconde ;

Enfin rapprocher le règne végétal du règne animal, les comparer dans leur structure, et montrer combien sont grandes les analogies qu'ils présentent : telle est la troisième.

Les systèmes sont des groupes de parties similaires. Mais ces parties similaires sont disséminées sur tous les points de l'économie ; on les retrouve dans tous les appareils, dans tous les organes, dans toutes les régions, sous mille formes, sous mille proportions différentes ; et partout elles se présentent pour chaque groupe avec les mêmes attributs, la même structure, la même destination.

Bichat le premier comprit combien il serait utile de rapprocher toutes les parties similaires du même groupe, en les considérant dans leur ensemble. Bientôt cette pensée prend dans son esprit le caractère d'une impérieuse nécessité; et aussitôt, avec son ardente imagination et sa profonde intuition de tout ce qui touche aux intérêts de la science, il se met à l'œuvre pour opérer cette grande réforme. Prenant un à un chaque système, il rassemble dans un même tableau toutes les considérations, tous les détails qui s'y attachent et publie alors son *Traité d'anatomie générale*, monument impérissable, qui fut accueilli de toutes parts, en France et à l'étranger, par un cri d'admiration.

Pour mettre en plus complète évidence l'intérêt qui s'attache à l'immense progrès réalisé par cette réforme, prenons au hasard un système quelconque, le système conjonctif par exemple. C'est un des plus répandus; on le rencontre partout, mais partout aussi avec une structure et des attributions identiques. Convenait-il pour chacun des points qu'il occupe de reprendre son étude? N'était-il pas infiniment plus rationnel de substituer à des détails sans relation entre eux, vagues et arides, des vues d'ensemble, les rattachant les uns aux autres et en montrant l'utilité. C'est ce que fit Bichat. Or ce qui était utile pour l'un d'eux, n'était ni moins utile ni moins nécessaire pour tous les autres. Il les reprend donc tous et leur donne à tous une vie nouvelle en les décrivant avec ce style rapide, lumineux, entraînant et parfois enflammé qui est le privilège des convictions fortes et des intelligences supérieures.

Un siècle à peine s'est écoulé, et l'œuvre du maître, jugée à son apparition si grande et si utile, est tombée aujourd'hui dans une sorte de discrédit. Pourquoi cet oubli? Plusieurs causes l'expliquent sans le justifier. Reportons-nous au moment où elle parut. Rappelons-nous combien la science

était pauvre alors ; combien elle était loin encore des grandes conquêtes qui l'ont élevée si haut et qui font sa gloire à notre époque. N'oublions pas qu'au début du siècle tout était à découvrir : les principes, les faits, les procédés d'étude. Les principes, Bichat les puisa dans son génie. Mais les faits, les méthodes, les procédés ne s'improvisent pas ; ils sont le fruit des longues et patientes recherches de plusieurs générations. Or les principes sans les faits qui viennent les confirmer sont fatalement condamnés à perdre avec le temps une partie de leur prestige. Ainsi s'explique l'indifférence de la science moderne pour l'étude des systèmes ; telle en est du moins la première et principale cause.

D'une autre part, l'anatomie générale réclame des connaissances étendues et variées en anatomie descriptive. Or cette branche de la science était considérée comme parfaite ; on la jugea ingrate comme sujet de recherches ; et la plupart des observateurs la délaissèrent, espérant s'illustrer plus facilement en portant leur attention sur un terrain moins exploré.

On ne méconnut pas cependant l'importance de la voie ouverte par Bichat. Mais les faits confirmatifs des systèmes faisant défaut, les procédés d'étude étant presque inconnus aussi, on se mit de tous côtés à la recherche des uns et des autres, marchant un peu au hasard et sans but bien arrêté. De la collaboration commune surgirent quelques découvertes. On recueillit surtout une foule de faits de détail touchant la structure intime des organes ; puis on publia les procédés qui avaient conduit à la constatation de ces faits. D'abord peu nombreux et peu importants, ces procédés se perfectionnèrent et servirent de base à la technique moderne. C'est ainsi qu'on inclina de plus en plus vers l'histologie et que les systèmes tombèrent peu à peu dans un oubli presque complet.

La découverte de la méthode des coupes vint précipiter le mouvement. Elle fut accueillie avec une grande faveur. A dater de ce moment les histologistes se crurent en possession d'un procédé presque infallible, à l'aide duquel ils pourraient sonder les mystères les plus impénétrables de l'organisation. Les premiers résultats vinrent justifier ces espérances; ils furent très brillants et pleins de promesses. Les découvertes se succédèrent, rapides, nombreuses, éclatantes. Cette période des grands succès a duré trente ans. Elle n'est pas épuisée sans doute. La méthode des coupes rendra toujours d'éminents services; elle en rendra surtout à l'embryologie et à l'histologie végétale. Mais, il faut bien l'avouer, elle n'a pas donné tout ce qu'elle promettait. On commence à reconnaître qu'elle ne possède pas tous les avantages qu'on lui avait d'abord attribués.

Pour l'histologie animale et pour l'étude des systèmes, elle ne répond plus à toutes les exigences de la science. On a cru d'abord qu'elle possède le don d'éclairer les points les plus obscurs, que rien ne lui échappe, que sa puissance est illimitée; quelques auteurs allaient plus loin encore et pensaient que ce qu'elle ne montre pas n'existe pas. Ces espérances étaient trompeuses. Pour le reconnaître, il suffit de comparer les deux méthodes.

Au début de mes recherches sur les systèmes, j'employais l'une et l'autre pour m'éclairer sur leur valeur relative. Je n'ai pas tardé à reconnaître qu'elles donnent des résultats bien différents. Très souvent ce que la méthode des coupes ne me montrait pas, ou me montrait mal, la méthode des dissociations me le montrait bien et facilement. On le comprendra sans peine lorsque j'ajouterai que leur mode d'action est complètement opposé. La première respecte le tissu conjonctif qui masque tous les autres; la seconde, grâce aux réactifs énergiques dont elle dispose, le ramollit, le détruit, le fait radicalement disparaître, et tout ce qu'il cachait

apparaît instantanément. En un mot, étant donnée une préparation, c'est-à-dire un tableau, l'une le montre recouvert d'un voile, tandis que l'autre enlève le voile et met le tableau en pleine lumière.

Les cellules, éléments constitutifs de toute organisation animale ou végétale, étaient considérées autrefois comme des êtres d'une extrême délicatesse, dont l'étude réclamait les plus grands ménagements. Pour elles on ne devait s'adresser qu'aux réactifs les plus dilués. Or ces êtres si délicats possèdent au contraire une force de résistance très supérieure à celle qu'on leur supposait. Non seulement elles ne redoutent pas les réactifs énergiques, mais très souvent elles en réclament l'emploi. Aussi me suis-je servi exclusivement pour mes recherches de la méthode des dissociations en lui adjoignant assez souvent et avec avantage les réactifs dilués.

C'est grâce à cette méthode que j'ai pu enfin résoudre le problème, si longtemps discuté, de la structure intime du tissu conjonctif; c'est elle qui m'a permis d'élucider l'histoire, encore si ténébreuse, du tissu fibreux, et de prouver combien il diffère du précédent avec lequel il a été confondu depuis la mort de Bichat. C'est elle aussi qui m'a permis de reconnaître les deux éléments du tissu élastique, et d'ajouter aux faits déjà connus, se rattachant aux autres systèmes, un grand nombre de faits nouveaux; c'est elle enfin qui m'a conduit à constater combien elle est utile aussi pour l'étude de l'histologie végétale.

Jusqu'à présent les zoologistes et les botanistes ont vécu dans un état d'isolement complet, cantonnés les uns et les autres sur le champ confié à leurs investigations, persuadés que leurs études n'avaient rien de commun, et que toute relation entre eux ne pouvait avoir aucun avantage. Je suis loin de partager ce sentiment. J'ai lu les ouvrages des bota-

nistes, et j'ai puisé dans cette lecture une foule de notions, d'un très vif intérêt, qui ont singulièrement élargi l'horizon sur lequel j'avais vécu jusqu'alors. Parmi ces ouvrages il m'est surtout agréable de mentionner celui de M. Van-Tieghem, qui a obtenu en France un si grand et si légitime succès, et qui a eu la gloire plus grande encore de devenir classique en Allemagne où nos écrits sont peu goûtés et peu cités.

Toutes ces notions empruntées à l'histologie végétale se recommandent non seulement par l'intérêt qu'elles présentent, mais aussi pour leur utilité. Il est certains points fort importants que les botanistes connaissent beaucoup mieux que les zoologistes; ils ont surtout bien étudié la cellule; ils l'ont admirablement décrite, et admirablement suivie dans son dédoublement et ses divers modes de prolifération. En les lisant on reconnaît que l'histologie végétale et l'histologie animale sont deux sœurs qui auraient tout avantage à vivre en meilleures relations.

Après avoir reconnu les avantages de la méthode des dissociations appliquée aux animaux, j'ai cru devoir l'appliquer aussi aux végétaux. Ma satisfaction a été grande en constatant qu'elle s'applique également bien aux uns et aux autres. Mais elle ne repose pas sur le même principe. Pour l'étude des animaux, elle est basée sur l'action des acides; pour les végétaux, elle est fondée au contraire sur l'emploi des alcalis. Associée aux coupes transversales, elle rendra de très grands services aux botanistes, et leur sera utile surtout pour l'étude de l'appareil vasculaire, des épidermes, des grains du pollen, et de l'enveloppe cellulosique.

En publiant cet ouvrage je me suis attaché à éviter les longs développements. Toutes les branches de la science ont pris une telle extension qu'il est devenu difficile, même pour celui qui borne ses études à une seule branche, d'en suivre

tous les progrès. Les auteurs qui sauront s'imposer de sages limites seront bientôt les seuls qu'il sera possible de lire. Ce traité ne dépassera pas 600 pages. Les anatomistes, familiarisés depuis longtemps avec la méthode des coupes, l'accueilleront peut-être avec tiédeur ; car on ne renonce pas à une méthode qui vous a rendu de grands services et qui peut vous en rendre encore. Je pense cependant qu'ils voudront bien mettre à l'essai celle que je leur présente. Isolée, réduite à ses seuls procédés, elle leur sera utile ; associée à la précédente, elle leur sera plus utile encore.

Je la confie plus particulièrement aux jeunes générations. Commençant l'étude des sciences naturelles sans parti pris, elles l'appliqueront sans doute avec plus d'ardeur et en retireront des résultats meilleurs. Qu'elles me permettent cependant un conseil : ne soyez pas exclusifs ; utilisez aussi la méthode des coupes et la méthode des réactifs dilués. Tous les procédés peuvent rendre des services. Un esprit sage et ami de la vérité n'en repousse aucun. Mais il faut les appliquer dans les conditions qui conviennent à chacun d'eux.

TRAITÉ

D'ANATOMIE GÉNÉRALE

INTRODUCTION

Des méthodes.

Trois méthodes sont utiles pour l'étude de l'anatomie générale, et toutes les trois s'imposent comme nécessaires, chacune d'elles offrant des avantages que ne possèdent pas les deux autres. La *méthode histo-chimique* est la plus ancienne. La seconde, ou *méthode des coupes*, est usitée depuis un demi-siècle. La troisième, que j'emploie depuis près de trente ans, est nouvelle : c'est la *méthode des dissociations* ; cet ouvrage a surtout pour but de la faire connaître et d'en montrer l'utilité.

La méthode histo-chimique, ou chimique pure, consiste dans l'usage des solutions acides, alcalines ou salines, très atténuées, prises à la température ambiante. Les parties qu'on se propose d'étudier peuvent être immédiatement soumises à l'examen microscopique, ou ne l'être qu'après avoir séjourné pendant quelque temps dans l'un de ces réactifs. Cette méthode est d'un emploi facile, très souvent instantané. Elle s'applique à une foule de tissus et d'éléments. La science lui est redevable de nombreuses et importantes acquisitions. On ne saurait donc méconnaître les services qu'elle a rendus et ceux qu'elle peut rendre encore ; il importe de la conserver.

La méthode des coupes, aujourd'hui généralement et trop souvent exclusivement employée, est une conquête précieuse, qui a permis à l'histologie animale et à l'histologie végétale de réaliser d'immenses progrès. Sa découverte a créé une ère nouvelle pour ces deux branches des sciences naturelles. Elle a été utile surtout pour l'étude de l'em-

bryologie à laquelle elle convient plus spécialement. Elle l'est aussi pour l'analyse de toutes les parties molles et délicates, et pour la mise en évidence des éléments primordiaux de l'organisation. Cette méthode comprend quatre opérations successives : 1° immerger pendant un ou plusieurs mois les parties à étudier dans la liqueur de Muller (1); 2° plonger ensuite ces mêmes parties dans la gomme pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, et ensuite dans l'alcool à 36 ou à 90 degrés. Alors, dures et résistantes, on les immobilise dans un microtome et on les découpe en tranches minces qu'on laisse tomber dans l'alcool ordinaire, pour les soumettre ensuite à l'examen microscopique (2). Les détails techniques qui se rattachent à cette méthode étant exposés dans la plupart des ouvrages et bien connus du reste dans tous les laboratoires, je ne m'arrêterai pas à la décrire plus longuement.

La méthode des dissociations fait appel aux réactifs énergiques et à l'action énergique aussi du calorique. Pour donner tout de suite une notion exacte de sa puissance d'action, je dirai que je fais le plus habituellement usage des acides chlorhydrique et sulfurique, étendus seulement de quatre parties d'eau distillée, en les associant à une petite quantité d'acide acétique, dans la proportion suivante :

Acide chlorhydrique ou sulfurique au 5°.....	9 parties.
Acide acétique ordinaire pur.....	1 partie.

Certes, les acides chlorhydrique et sulfurique, unis à quatre parties d'eau et une petite partie d'acide acétique pur, constituent des réactifs dont l'action peut être considérée non seulement comme possédant une grande énergie, mais une énergie violente, si on la compare à celle des réactifs usités jusqu'ici; et cependant elle n'est pas suffisante encore pour dissocier les parties soumises à leur influence; ou bien il faut alors longtemps prolonger leur action, huit jours, quinze jours, un mois et même davantage. Afin d'en obtenir tout ce qu'ils peuvent donner, il importe donc d'ajouter à leur propre puissance celle d'un second facteur ou du calorique, en élevant leur température jusqu'à 100 et quelques degrés, c'est-à-dire jusqu'à l'ébullition. En outre, ce n'est qu'après une immersion préalable de vingt-quatre ou trente heures dans ces réactifs qu'il convient d'ajouter à leur action celle du calorique. Mais, au moment de faire usage de ce second agent, on devra modérer

(1) La liqueur de Muller est un liquide conservateur, durcissant, très utile, qu'on obtient en faisant dissoudre dans 1000 grammes d'eau distillée bouillante 20 grammes de bicarbonate de potasse et 10 grammes de sulfate de soude.

(2) La gomme a été remplacée avec avantage par le collodion que M. M. Duval lui a substitué en 1879 (Mathias Duval, *De l'emploi du collodion humide pour la pratique des coupes microscopiques*, in *Journ. de l'anat. et de phys.*, 1879, p. 185).

leur énergie en les étendant un peu plus. Ainsi, au lieu de laisser les parties immergées dans la solution précédemment formulée, on les plongera dans la solution suivante :

Acide sulfurique au 20° ou au 30°.....	9 parties.
Acide acétique ordinaire.....	1 partie.

Cette solution, du reste, pourra être plus ou moins diluée selon le but qu'on se propose.

Les formules qui précèdent ne doivent être considérées que comme l'expression la plus générale de la méthode des dissociations. Dans l'étude successive des systèmes et des tissus je ferai connaître toutes les modifications qu'elles comportent et tous les procédés à mettre en usage. Mais on peut voir par ce simple énoncé combien la méthode des dissociations diffère de la méthode histo-chimique et de la méthode des coupes, qui ni l'une ni l'autre ne font intervenir l'action du calorique (1).

Cette association des réactifs violents à l'action non moins énergique du calorique caractérise la méthode que cet ouvrage a pour but d'introduire dans l'étude des sciences naturelles. Elle la caractérise même si bien que pendant plusieurs années, et dans une communication faite à l'Académie des sciences, j'avais cru devoir la désigner sous le nom de *méthode thermo-chimique* basé sur les deux facteurs auxquels elle emprunte toute sa puissance.

Mais, plus tard, j'ai pensé qu'il serait préférable de prendre en considération ses résultats, d'où le nom de *méthode des dissociations* que j'ai définitivement adopté. J'avais cru d'abord qu'elle ne serait applicable qu'à certaines parties dures et résistantes, comme les tendons, les aponévroses, les ligaments, la peau, les poils, etc. En variant ses applications, j'ai reconnu qu'elle s'applique à presque toutes les parties du corps, même aux plus molles, comme le tissu conjonctif, les épithéliums, la moelle des os, etc. ; à ma grande surprise, j'ai reconnu aussi que non seulement elle n'altère pas les cellules, considérées jusqu'alors comme si délicates et réclamant dans leur étude les plus grands ménagements, mais qu'elle les isole, les laisse intactes et les met souvent beaucoup mieux en évidence que les deux autres méthodes. Ses avantages sont tels qu'ils lui assurent dans un avenir prochain le titre et le rang de méthode générale. Elle s'applique avec le même succès aux recherches qui ont pour objet l'histologie animale et à celles qui concernent l'histologie végétale. On peut prévoir le moment où elle succédera à la méthode des coupes qui sera réservée pour

(1) On voit qu'elle ne diffère pas moins du procédé qui consiste dans l'emploi des aiguilles, procédé mécanique depuis longtemps connu et un peu primitif.

l'embryologie pour les plantes, pour certains tissus et pour certaines parties exigeant des recherches d'une nature plus spéciale.

On m'a souvent reproché d'avoir énoncé le résultat de mes études sans mentionner les procédés que j'avais employés. Ce reproche semblerait mérité. Mais la méthode que j'avais découverte et tous les procédés qui s'y rattachent demandaient à être souvent contrôlés et vérifiés avant d'être livrés au public; il était important d'en varier le plus possible l'application pour arriver à connaître exactement les formules qui résument ces procédés. Aujourd'hui je possède ces formules, au moins pour la plupart, et je m'applaudis beaucoup de les avoir tardivement publiées, car une longue expérience m'a permis de faire une étude plus approfondie de la méthode et d'en mieux apprécier les avantages. Elle m'a permis aussi d'observer un assez grand nombre de faits nouveaux. Ces faits seront exposés avec tous les développements qu'ils exigent et toutes les preuves qui viennent les appuyer.

En comparant les trois méthodes qui précèdent, il nous sera facile d'en saisir les analogies et les différences, et d'attribuer à chacune d'elles les services que nous sommes en droit de lui demander.

La méthode chimique pure ou histo-chimique, s'appliquant surtout à l'étude des parties molles et délicates, est particulièrement convenable pour les cellules, les épithéliums, les fibres nerveuses, le tissu conjonctif, etc.; en un mot, elle sera toujours utile dans les recherches qui ont pour but les éléments et certains tissus.

La méthode des coupes est d'un emploi plus général. Elle s'applique à la fois aux parties molles et aux parties dures. Aucune partie du corps n'échappe à ses investigations. Son domaine est presque illimité, soit dans le règne animal, soit dans le règne végétal. Ses avantages sont considérables. On doit reconnaître cependant qu'elle n'a pas répondu à toutes les espérances qu'elle avait fait naître. Son utilité sans doute reste très grande encore; mais on ne saurait nier qu'elle a été la source de quelques déceptions et qu'elle n'a plus aujourd'hui son importance primitive. Divisant et subdivisant les parties qu'elle étudie, elle ne nous les montre ni dans leur continuité, ni dans leur direction(1). Le grand avantage de cette méthode est de donner aux parties divisées une parfaite transparence. Son grand inconvénient est de pousser trop loin la division et de ne faire apparaître les parties situées sur le champ du microscope que réduites et comme appauvries dans leur ensemble. Souvent aussi elle laisse dans l'ombre une foule de détails que la puissante méthode des dissociations met au contraire en plein

(1) M. Mathias Duval, il est vrai, a beaucoup atténué cette objection en inventant les coupes sériées qui consistent à diviser un millimètre en cent ou cent cinquante tranches qu'on peut ensuite rapprocher et observer en passant de l'une à l'autre.

jour. Comparée à celle-ci, elle l'emporte cependant sur elle sous un point de vue fort important : elle permet de colorer les éléments et les tissus ; la méthode des dissociations ne le permet pas ; c'est là son plus grand inconvénient, que nous trouverons compensé d'ailleurs par de très nombreux avantages.

Des systèmes.

Les appareils et les organes composent le domaine de l'anatomie descriptive ; les systèmes, les tissus et les éléments, celui de l'anatomie générale ; les tissus et les éléments, celui de l'histologie.

L'étude des systèmes a été introduite dans l'anatomie générale par Bichat au début du dix-neuvième siècle. Depuis cette époque tous les anatomistes l'ont passée sous silence, en sorte que le traité par lequel il a inauguré cette branche de la science et celui de Béclard sont les seuls que nous possédions. Beaucoup d'autres, il est vrai, portent ce titre, mais ne s'occupent en réalité que des tissus et des éléments, et rentrent dans la longue série de nos traités d'histologie.

Pourquoi cette exclusion des systèmes ? Elle s'explique par l'abandon et souvent par le dédain de l'anatomie descriptive ; car, pour faire l'histoire des systèmes, il est d'une absolue nécessité de débiter par l'étude de cette branche de la science et même d'en posséder une connaissance approfondie. L'ayant trop délaissée, les auteurs qui ont tenté de faire un traité d'anatomie générale sont tombés malgré eux en quelque sorte fatalement dans l'histologie.

Le moment me semble venu de reprendre les principes si bien exposés par un maître sans égal. Les erreurs dans lesquelles sont tombés ses successeurs en s'écartant de la route qu'il avait suivie suffiraient pour justifier ce retour, c'est-à-dire pour nous ramener à l'étude des systèmes. Pour les plantes on peut contester peut-être leur utilité ; M. Van-Tieghem, qui a doté la science d'un ouvrage si remarquable, a pu dire que les appareils dans les végétaux sont composés de tissus ; ainsi l'appareil vasculaire est formé par les tissus ligneux et libérien, etc. Mais chez les animaux, entre les tissus et les appareils il y a les organes. Ceux-ci sont-ils constitués par de simples tissus ? Assurément non ; ils sont formés par les systèmes qui s'associent en nombre variable pour les produire ; et les organes s'associant à leur tour en nombre variable aussi donnent naissance aux appareils. Dire que dans le règne animal les appareils représentent une simple agglomération de tissus, ce serait avancer une monstrueuse erreur ; ce serait nier les organes qui jouent le rôle d'intermédiaires entre les tissus et les appareils. Si l'on peut contester l'existence de ces inter-

médiaires dans les plantes dont la structure est plus simple, on ne saurait donc la mettre en doute chez les animaux.

La place importante qu'occupent les systèmes dans l'organisation animale ne pouvant être contestée, son utilité n'étant pas moins incontestable, nous avons à décrire ces systèmes, à en déterminer le nombre et à fixer l'ordre qu'il convient d'adopter pour leur étude.

Définition. Dénombrement des systèmes. — Les systèmes sont des groupes de parties similaires. Le nombre de ces groupes ne saurait être déterminé avec précision. Tous les auteurs s'accordent lorsqu'il s'agit des plus importants; ils diffèrent d'opinion pour ceux dont les attributs sont moins bien caractérisés. Bichat en admettait vingt et un :

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1° Le cellulaire, | 12° Le fibro-cartilagineux, |
| 2° Le nerveux de la vie animale, | 13° Le musculaire de la vie animale, |
| 3° Le nerveux de la vie organique, | 14° Le musculaire de la vie organique, |
| 4° L'artériel, | 15° Le muqueux, |
| 5° Le veineux, | 16° Le séreux, |
| 6° Celui des exhalants, | 17° Le synovial, |
| 7° Celui des absorbants, | 18° Le glanduleux, |
| 8° L'osseux, | 19° Le dermoïde, |
| 9° Le médullaire, | 20° L'épidermoïde, |
| 10° Le cartilagineux, | 21° Le pileux. |
| 11° Le fibreux, | |

Parmi ces systèmes il en est qui n'ont plus de raison d'être, comme celui des exhalants, le médullaire, le synovial. Par contre quelques-uns sont passés sous silence et méritent de prendre place sur la liste de ceux que nous aurons à étudier. Ainsi modifié, le nombre des systèmes s'élève à dix-neuf. Ils seront décrits dans l'ordre suivant :

- | | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1° Le conjonctif, | 11° Le lymphatique, |
| 2° Le fibreux, | 12° Le musculaire à fibres lisses, |
| 3° L'élastique, | 13° Le musculaire à fibres striées, |
| 4° L'adipeux, | 14° Le nerveux, |
| 5° Le cartilagineux, | 15° Le cutané, |
| 6° Le fibro-cartilagineux, | 16° Le muqueux, |
| 7° L'osseux, | 17° Le glandulaire, |
| 8° L'artériel, | 18° Le séreux, |
| 9° Le veineux, | 19° L'érectile. |
| 10° Le capillaire, | |

Parmi ces divers systèmes quelques-uns peut-être seront contestés. Je ne m'attacherai pas ici à en établir la réalité. C'est au moment où j'aborderai la description de chacun d'eux, que je discuterai cette question; les considérations qu'elle soulève se trouveront ainsi mieux à leur place et seront plus complètement exposées. Les dix-neuf systèmes qui viennent d'être énumérés représentent-ils chacun un ensemble de

parties similaires? Chacun d'eux a-t-il ses attributs propres qui le caractérisent suffisamment? Chacun diffère-t-il bien réellement de tous les autres? Pour le moment je dois me contenter d'une réponse affirmative que je chercherai plus loin à justifier.

Des tissus et des éléments.

A. Définition et dénombrement des tissus. — Les tissus sont des groupes d'éléments. Comme nous aurons souvent à les mentionner dans nos études, il importe aussi d'en connaître le nom et le nombre. Il en est du reste des tissus comme des systèmes : la liste complète qu'on peut en proposer n'a pas de limites arrêtées, en sorte que chaque auteur a la sienne, qui sera plus courte pour les uns, plus longue pour les autres, et qui toutes soulèveront des contestations. Il est pourtant des tissus qui sont généralement admis. Tels sont :

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1° Le tissu conjonctif, | 7° Le tissu nerveux, |
| 2° Le tissu fibreux, | 8° Le tissu musculaire lisse, |
| 3° Le tissu élastique, | 9° Le tissu musculaire strié, |
| 4° Le tissu adipeux, | 10° Le tissu épithélial, |
| 5° Le tissu cartilagineux, | 11° Le tissu pileux, |
| 6° Le tissu osseux, | 12° Le tissu corné. |

A cette liste on pourrait en ajouter peut-être deux ou trois autres. Leur nombre néanmoins resterait encore inférieur à celui des systèmes. Parmi ceux-ci il en est plusieurs qui sont constitués par un tissu principal ou fondamental et par des parties accessoires. Quelques systèmes sont même composés exclusivement par ce tissu fondamental, tels sont le système pileux et le système corné, en sorte qu'on peut les désigner tour à tour sous le nom de système, puisqu'ils représentent des ensembles de parties similaires, et sous celui de tissu, puisqu'ils sont formés l'un et l'autre d'un simple groupe de cellules.

B. Définition et dénombrement des éléments. — Les éléments sont les parties constitutives des tissus. Ils représentent le dernier terme auquel on arrive en décomposant les corps organisés, de même que les corps simples représentent le dernier terme de la décomposition des minéraux. Ils sont irréductibles par l'analyse anatomique, de même que ceux-ci sont irréductibles par l'analyse chimique.

Les corps inorganiques sont composés de molécules; les corps organisés sont composés de cellules. Au début de leur évolution, celles-ci diffèrent à peine les unes des autres. Mais plus tard elles diffèrent au contraire très notablement. Parmi les éléments de nos organes, elles

représentent non seulement celui qui se trouve le plus abondamment répandu, mais celui qui est sans contredit le plus important.

A ces éléments principaux viennent s'en joindre quelques autres qui en sont une dépendance et qui dérivent de leur activité propre. Moins nombreux encore que les tissus, ils se réduisent aux suivants, dont l'énumération pourrait être elle-même plus abrégée :

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1° Cellules, | 6° Fibre musculaire lisse, |
| 2° Substances amorphes, | 7° Fibre nerveuse, |
| 3° Fibrilles du tissu conjonctif, | 8° Substance cartilagineuse, |
| 4° Fibres et lames élastiques, | 9° Substance osseuse, |
| 5° Fibre musculaire striée, | 10° Granules et granulations. |

Ramenés à leur véritable expression, tous ces éléments, ainsi que nous le verrons plus loin, se réduisent en réalité à un seul, la cellule. En effet toutes les substances amorphes, de consistance molle ou solide, toutes les fibres et fibrilles, toutes les lames et toutes les lamelles de quelque nature qu'elles soient, en un mot tout ce qui occupe leur intervalle ou se trouve situé sur leur prolongement peut en être considéré comme autant de produits divers.

Toutes ces substances, de nature et de forme si variées, sont de simples exsudats, constituant pour chacune d'elles une sorte de milieu au sein duquel elles vivent dans les conditions les plus favorables à l'exercice de leurs fonctions. Sous ce rapport les cellules animales diffèrent beaucoup des cellules végétales, qui pour la plupart se trouvent presque immédiatement en contact. Cette différence fondamentale entre les deux règnes n'avait pas été signalée, ou du moins elle avait à peine fixé l'attention des observateurs, qui étaient restés cantonnés trop exclusivement les uns sur le terrain de l'histologie animale et les autres sur celui de l'histologie végétale. Il nous sera facile de reconnaître, à mesure que nous avancerons, que non seulement les substances amorphes dérivent des cellules ambiantes, mais que les fibres et fibrilles du tissu conjonctif, que toutes les lames et lamelles du tissu élastique, que les substances cartilagineuse et osseuse, que toutes les granulations et tous les granules répandus çà et là dans l'épaisseur des divers tissus ont aussi les cellules pour point de départ.

Étudier la structure des corps organisés, c'est donc en définitive étudier les cellules qui les composent. Base essentielle de leur constitution, celles-ci présentent des caractères qui leur sont communs et des caractères qui sont propres à certaines d'entre elles. Nous nous occuperons d'abord des attributs généraux des cellules.

DES CELLULES CONSIDÉRÉES DANS LES DEUX RÈGNES

Qu'on les considère dans le règne animal ou dans le règne végétal, les cellules se présentent à nous comme l'élément fondamental de tout organisme. Un être vivant ramené à sa plus simple expression est une cellule. Au début de son évolution la cellule est unique ; parvenu au terme de son entier développement, il comprend un nombre illimité de cellules, celles-ci se dédoublant et se multipliant à l'infini. Entre l'animal le plus imparfait et l'animal le plus compliqué, entre la plante la plus minime et la plante la plus gigantesque la différence dérive surtout du nombre des cellules qui les composent, et des modifications qu'elles subissent en se multipliant.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DES CELLULES

Les êtres les plus simples sont formés d'une seule cellule ; on les désigne sous le nom de *protozoaires*. Ils constituent une classe fort nombreuse vivant et fourmillant aux pieds de l'échelle organique. Une structure aussi élémentaire pourrait faire supposer qu'ils offrent une grande ressemblance. En les comparant, on reste surpris, au contraire, des différences très notables qu'ils présentent, d'où la nécessité pour les naturalistes de les grouper en plusieurs ordres parmi lesquels se rangent les monériens, les amœbiens, les foraminifères, les radiolaires, les infusoires et d'autres encore.

Nous verrons bientôt que les cellules se composent, pour la plupart des animaux inférieurs et dans presque toutes les plantes, de quatre parties principales, le protoplasme, les vacuoles, le noyau, l'enveloppe.

A. Nombre, organismes unicellulaires. — Les Monériens, situés sur le plus bas degré de l'échelle organique, ne possèdent ni noyau, ni vacuoles, ni enveloppe ; une substance vivante, le *protoplasme*, est le seul élément qui les compose. On voit cette substance s'allonger, se déprimer, se déformer incessamment et de mille manières, donnant naissance tantôt à des prolongements courts et irréguliers, assez gros,

qu'on appelle alors des *pseudopodes* et tantôt à des prolongements plus longs, plus fins, plus rectilignes, connus sous le nom de *rhizopodes*.

Les Amœbiens sont déjà plus élevés en organisation. Dans leur protoplasme on voit un noyau et une ou plusieurs vacuoles contractiles. Comme les précédents ils sont doués de la faculté de pousser des prolongements de toutes formes et de dimensions très diverses. Comme ceux-ci ils sont dépourvus de membrane.

Les Foraminifères qu'on trouve partout en si grande abondance ont aussi pour attributs un protoplasme, un noyau et des vacuoles ; ils ne sont pas recouverts par une membrane, mais leur protoplasme est protégé par un test de nature en général calcaire.

Les Radiolaires se rapprochent des précédents par la possession des mêmes attributs et l'absence d'une membrane à leur surface. Ils s'en distinguent par leur protoplasme qui se partage en deux couches, l'une périphérique, *ectosarque*, l'autre centrale, *endosarque*.

Les Infusoires occupent le rang le plus élevé parmi les protozoaires. La cellule qui les compose est complète ; au protoplasme, aux vacuoles et au noyau vient s'ajouter chez eux une membrane. Les uns possèdent en outre un ou plusieurs *flagellums* (*infusoires flagellés*), d'autres un nombre variable de *cils* (*infusoires ciliés*) et d'autres des tentacules (*infusoires tentaculifères*).

Tous les protozoaires sont donc des êtres unicellulaires. La cellule qui les constitue reste incomplète dans la plupart. Très différents par leur structure, ils diffèrent plus encore par leur forme, en sorte que leur description a exigé de longues recherches et représente l'une des branches les plus compliquées de la science.

B. Volume des cellules. — En passant des êtres unicellulaires aux êtres pluricellulaires on remarque que les cellules diffèrent très notablement de volume. Il en est qui restent pendant toute la durée de leur existence de la plus extrême petitesse. Mais elles s'accroissent en général progressivement pour atteindre un volume qu'elles ne dépassent plus et qui varie pour chacune d'elles. Au nombre des plus petites figurent les *spores* ; parmi les plus grosses on peut mettre au premier rang celles qu'on rencontre en si grand nombre dans les cornes antérieures de la moelle épinière et celles qui se développent à la surface des ovaires pendant la période menstruelle.

Dans les végétaux les cellules du tissu conjonctif sont remarquables par leurs dimensions. Quelques-unes se distinguent par leur grande longueur ; telles sont celles qui accompagnent les vaisseaux libériens et les vaisseaux ligneux, cellules que la méthode des coupes montre mal, mais que la méthode des dissociations permet au contraire de suivre dans tout leur trajet.

Sur les points où les cellules se superposent en couches multiples et souvent très nombreuses, elles diffèrent aussi pour chaque couche, mais ces différences sont moins accusées. Dans la dernière période de leur évolution elles tendent à s'atrophier et souvent s'altèrent.

C. Forme des cellules.— Très variable aussi, elle nous montre qu'il existe entre les cellules sous ce rapport de très notables différences qui permettent de les grouper en cinq principaux ordres : cellules de forme arrondie, cellules polyédriques, cellules à contour irrégulier, cellules ramifiées, cellules ramifiées et anastomosées (fig. 1 et 2).

Les cellules de forme arrondie sont très répandues dans les deux règnes. Chez les animaux, les globules sanguins, les leucocytes, les innombrables cellules de l'ovaire, la plupart des cellules à leur naissance appartiennent à ce premier groupe. Chez les végétaux, les spores, les grains de pollen et beaucoup d'autres rentrent dans la même classe.

Les cellules polyédriques semblent souvent plus ou moins arrondies sur le champ du microscope ; mais vues en place, elles réagissent les unes sur les autres par suite de leur mollesse et se correspondent le plus habituellement par des facettes. Les plus simples en possèdent seulement trois ou quatre, égales ou inégales. Beaucoup en présentent cinq ou six, ou davantage, ou même un très grand nombre, en sorte qu'on peut les distinguer en triangulaires, quadrilatères, cubiques, rhomboïdales, hexagonales, octogones, etc. Elles se correspondent et adhèrent par ces facettes qui assurent leurs rapports réciproques.

Les cellules à contour irrégulier ne sont pas moins abondantes que les précédentes ; on les trouve en grand nombre dans le tissu conjonctif et toutes les dépendances du grand sympathique.

Les cellules à prolongements se rencontrent dans les tissus les plus divers, mais plus particulièrement dans les centres nerveux où elles prennent le nom de cellules bipolaires, tripolaires, quadripolaires, multipolaires, selon qu'elles sont pourvues de deux, trois, quatre ou plusieurs prolongements.

Les cellules à prolongements multiples, ramifiées et anastomosées ont aussi pour siège des organes de nature très différente parmi lesquels je dois citer la peau des batraciens, l'iris d'un grand nombre de mammifères, tels que le cheval, le bœuf, le lapin, etc. (fig. 5).

Indépendamment de ces formes principales il en est d'autres qui ne se rattachent à aucun type déterminé. Dans cette catégorie on peut faire rentrer les cellules à contour sinueux, les cellules stomatiques, les cellules spiralées, les cellules criblées, celles qui sont simples à une extrémité et qui se divisent en pinceau ou en aigrette à l'extrémité opposée, comme les poils du cou chez le canard, et beaucoup d'autres qui rentrent dans la classe des cellules spéciales.

qu'on appelle alors des *pseudopodes* et tantôt à des prolongements plus longs, plus fins, plus rectilignes, connus sous le nom de *rhizopodes*.

Les Amœbiens sont déjà plus élevés en organisation. Dans leur protoplasme on voit un noyau et une ou plusieurs vacuoles contractiles. Comme les précédents ils sont doués de la faculté de pousser des prolongements de toutes formes et de dimensions très diverses. Comme ceux-ci ils sont dépourvus de membrane.

Les Foraminifères qu'on trouve partout en si grande abondance ont aussi pour attributs un protoplasme, un noyau et des vacuoles ; ils ne sont pas recouverts par une membrane, mais leur protoplasme est protégé par un test de nature en général calcaire.

Les Radiolaires se rapprochent des précédents par la possession des mêmes attributs et l'absence d'une membrane à leur surface. Ils s'en distinguent par leur protoplasme qui se partage en deux couches, l'une périphérique, *ectosarque*, l'autre centrale, *endosarque*.

Les Infusoires occupent le rang le plus élevé parmi les protozoaires. La cellule qui les compose est complète ; au protoplasme, aux vacuoles et au noyau vient s'ajouter chez eux une membrane. Les uns possèdent en outre un ou plusieurs *flagellums* (*infusoires flagellés*), d'autres un nombre variable de *cils* (*infusoires ciliés*) et d'autres des tentacules (*infusoires tentaculifères*).

Tous les protozoaires sont donc des êtres unicellulaires. La cellule qui les constitue reste incomplète dans la plupart. Très différents par leur structure, ils diffèrent plus encore par leur forme, en sorte que leur description a exigé de longues recherches et représente l'une des branches les plus compliquées de la science.

B. Volume des cellules. — En passant des êtres unicellulaires aux êtres pluricellulaires on remarque que les cellules diffèrent très notablement de volume. Il en est qui restent pendant toute la durée de leur existence de la plus extrême petitesse. Mais elles s'accroissent en général progressivement pour atteindre un volume qu'elles ne dépassent plus et qui varie pour chacune d'elles. Au nombre des plus petites figurent les *spores* ; parmi les plus grosses on peut mettre au premier rang celles qu'on rencontre en si grand nombre dans les cornes antérieures de la moelle épinière et celles qui se développent à la surface des ovaires pendant la période menstruelle.

Dans les végétaux les cellules du tissu conjonctif sont remarquables par leurs dimensions. Quelques-unes se distinguent par leur grande longueur ; telles sont celles qui accompagnent les vaisseaux libériens et les vaisseaux ligneux, cellules que la méthode des coupes montre mal, mais que la méthode des dissociations permet au contraire de suivre dans tout leur trajet.

Sur les points où les cellules se superposent en couches multiples et souvent très nombreuses, elles diffèrent aussi pour chaque couche, mais ces différences sont moins accusées. Dans la dernière période de leur évolution elles tendent à s'atrophier et souvent s'altèrent.

C. Forme des cellules.— Très variable aussi, elle nous montre qu'il existe entre les cellules sous ce rapport de très notables différences qui permettent de les grouper en cinq principaux ordres : cellules de forme arrondie, cellules polyédriques, cellules à contour irrégulier, cellules ramifiées, cellules ramifiées et anastomosées (fig. 1 et 2).

Les cellules de forme arrondie sont très répandues dans les deux règnes. Chez les animaux, les globules sanguins, les leucocytes, les innombrables cellules de l'ovaire, la plupart des cellules à leur naissance appartiennent à ce premier groupe. Chez les végétaux, les spores, les grains de pollen et beaucoup d'autres rentrent dans la même classe.

Les cellules polyédriques semblent souvent plus ou moins arrondies sur le champ du microscope ; mais vues en place, elles réagissent les unes sur les autres par suite de leur mollesse et se correspondent le plus habituellement par des facettes. Les plus simples en possèdent seulement trois ou quatre, égales ou inégales. Beaucoup en présentent cinq ou six, ou davantage, ou même un très grand nombre, en sorte qu'on peut les distinguer en triangulaires, quadrilatères, cubiques, rhomboïdales, hexagonales, octogones, etc. Elles se correspondent et adhèrent par ces facettes qui assurent leurs rapports réciproques.

Les cellules à contour irrégulier ne sont pas moins abondantes que les précédentes ; on les trouve en grand nombre dans le tissu conjonctif et toutes les dépendances du grand sympathique.

Les cellules à prolongements se rencontrent dans les tissus les plus divers, mais plus particulièrement dans les centres nerveux où elles prennent le nom de cellules bipolaires, tripolaires, quadripolaires, multipolaires, selon qu'elles sont pourvues de deux, trois, quatre ou plusieurs prolongements.

Les cellules à prolongements multiples, ramifiées et anastomosées ont aussi pour siège des organes de nature très différente parmi lesquels je dois citer la peau des batraciens, l'iris d'un grand nombre de mammifères, tels que le cheval, le bœuf, le lapin, etc. (fig. 5).

Indépendamment de ces formes principales il en est d'autres qui ne se rattachent à aucun type déterminé. Dans cette catégorie on peut faire rentrer les cellules à contour sinueux, les cellules stomatiques, les cellules spirales, les cellules criblées, celles qui sont simples à une extrémité et qui se divisent en pinceau ou en aigrette à l'extrémité opposée, comme les poils du cou chez le canard, et beaucoup d'autres qui rentrent dans la classe des cellules spéciales.

D. Rapports des cellules. — Beaucoup de cellules restent indépendantes et sans aucun lien entre elles, telles sont les cellules du système conjonctif, les cellules du système nerveux central, les cellules de la moelle des os. D'autres, plus nombreuses dans les deux règnes, se rap-

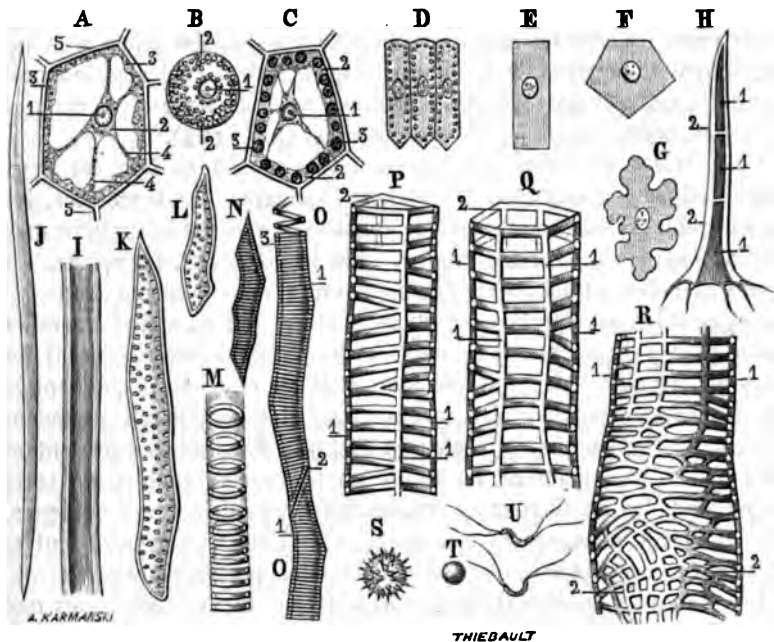


FIG. 1. — Tableau des principales formes que peuvent prendre les cellules dans le règne végétal.

- A. Une cellule végétale. — 1, son noyau. — 2, son protoplasme central. — 3,3, son protoplasme pariétal. — 4,4, prolongements s'étendant de l'un à l'autre. — 5,5, son enveloppe de cellulose.
- B. Une cellule végétale avant l'apparition des vacuoles. — 1, son noyau. — 2,2, son protoplasme.
- C. Une cellule chlorophyllienne. — 1, son noyau entouré du protoplasme central. — 2, 2, son protoplasme périphérique contenant de nombreux grains de chlorophylle. — 3,3, ses enveloppes albuminoïde et cellulosique.
- D. Cellules en palissade de la face supérieure ou interne des feuilles. — E. Cellule quadrilatère. — F. Cellule polygonale. — G. Cellule à contour sinueux.
- H. Poil d'une feuille de *geranium*. — 1,1,1, les trois cellules cylindriques qui se superposent pour le former. — 2,2, enveloppes de ces cellules: l'externe ou cellulosique est transformée en cutine.
- I. Longue cellule satellite des vaisseaux libro-ligneux, dont les extrémités ont été excisées. — J. Autre cellule satellite des mêmes vaisseaux, à simple contour et plus effilée. — K. Une grande cellule des vaisseaux libériens. — L. Petite cellule criblée. — M. Cellule annelée des vaisseaux ligneux. — N. Petite cellule spiralée.
- O. Un vaisseau spiralé. — 1,1, cellules contribuant à le former; la plus longue se déroule à son extrémité libre. — 2, soudure de ces deux cellules.
- P. Une cellule scalariforme. — 1,1,1, saillies longitudinales de la cellule au

prochent, entrent en contact et affectent des rapports plus ou moins intimes. Tantôt alors on les voit simplement s'agglomérer sur un ou plusieurs points pour former des groupes de forme et de volume divers; tantôt elles se rangent en série linéaire. Mais le plus habituellement elles se juxtaposent pour former un premier plan, auquel se superposent très souvent un nombre illimité de plans secondaires. Ainsi naissent les

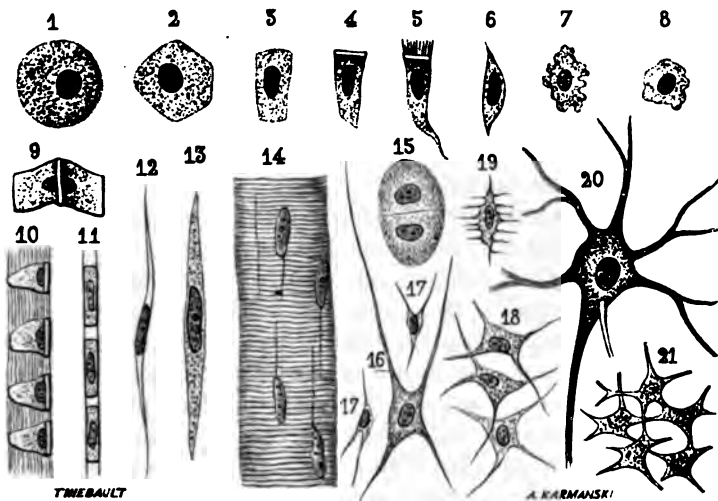


FIG. 2. — Tableau des principales formes que peuvent prendre les cellules dans le règne animal.

1, une cellule sphérique isolée. — 2, la même cellule vue en place et limitée par un contour polygonal. — 3, cellule cylindrique. — 4, une cellule cylindrique de l'intestin grêle recouverte de son plateau. — 5, cellule vibratile. — 6, cellule ovoïde. — 7, cellule à contour sinueux. — 8, cellule à contour irrégulier. — 9, une cellule quadrilatère du tissu fibreux. — 10, cellules coniques du même tissu. — 11, cellules cylindriques. — 12, cellule fusiforme. — 13, une cellule du système musculaire à fibres lisses. — 14, une cellule du système musculaire à fibres striées. — 15, une cellule en voie de dédoublement. — 16, une grande cellule étoilée. — 17, une petite cellule étoilée. — 18, cellules étoilées des faisceaux fibreux primitifs. — 19, cellule étoilée du tissu osseux. — 20, une grande cellule des cornes antérieures de la moelle épinière, à prolongements ramifiés. — 21, cellules ou lacunes représentant l'origine des vaisseaux lymphatiques.

nombre de quatre. — 2, saillies transversales ou barreaux de l'échelle, reliant entre elles ces quatre saillies.

Q. Une cellule scalariforme plus grosse et plus composée. — 1, 1, 1, saillies longitudinales au nombre de six. — 2, saillies transversales.

R. Une cellule scalariforme passant à la forme aréolée. — 1, partie simple de cette cellule. — 2, sa partie aréolée.

S. Un grain de pollen. — T. Une spore. — U. Deux zoospores.

Toutes ces cellules, à l'exception des deux dernières, ont été préparées à la méthode des dissociations.

épithéliums qui recouvrent les surfaces tégumentaires; ainsi se produit la couche très mince qui tapisse les parois des séreuses, des synoviales et des vaisseaux; cette dernière, composée d'un seul plan de cellules, est plus spécialement connue sous le nom d'*endothélium*.

E. Des épithéliums. — Les épithéliums se ressemblent par leur mode de constitution. Les cellules qui les composent sont taillées à facettes; elles sont unies par un ciment qui permet de les détacher dans leur ensemble sous la forme de couches ou membranes. Ceux qui résultent de la superposition d'un plus ou moins grand nombre de plans, prennent le nom d'*épithéliums stratifiés*. Ils sont loin cependant d'être identiques et diffèrent assez pour justifier leur division en trois principaux ordres: épithélium pavimenteux, épithélium cylindrique, épithélium vibratile.

L'*épithélium pavimenteux* recouvre toute la surface de la peau et toute la partie sus-diaphragmatique du tube digestif. Il tapisse aussi les parois du vagin et celles de la vessie. Chez les végétaux, il s'étale sur toute la longueur de la tige, sur les deux faces de chaque feuille et sur les diverses parties de la fleur qui ne sont que des feuilles modifiées. Sa disposition cependant n'est pas tout à fait semblable dans les deux règnes. Chez les animaux, il comprend deux plans principaux, l'un profond, dont les cellules sont pourvues de noyaux, c'est le *corps muqueux*; l'autre superficiel, plus épais et dépourvu de noyau. De ces deux plans le premier est perméable et doué d'une grande vitalité; le second est imperméable et se compose seulement de cellules mortes. Chez les végétaux, l'épiderme est formé le plus souvent d'un seul plan; mais sur ce plan on remarque de nombreux orifices, les *stomates*, qui livrent passage à l'air atmosphérique, lequel pénètre dans les plans sous-jacents pour circuler autour des cellules chlorophylliennes.

L'*épithélium cylindrique* est composé de cellules allongées, limitées par des facettes lorsqu'elles se touchent, cylindriques dans l'état d'isolement. La base de ces cellules répond à leur extrémité libre ou superficielle; elle est plus large que l'extrémité opposée, en sorte qu'elles sont plutôt pyramidales ou coniques que prismatiques. Toutes contiennent un noyau. Ces épithéliums tapissent les parois de l'estomac et du tube intestinal chez les animaux. — Dans les végétaux les cellules cylindriques répondent à la face supérieure ou interne des feuilles sur lesquelles elles prennent le nom de *cellules en palissade*.

L'*épithélium vibratile* ressemble au précédent par la longueur, la configuration et la constitution de ses cellules. Mais il en diffère par la présence de saillies filiformes, parallèles et contractiles qui recouvrent leur base; ce sont les *cils*, appelés aussi *cils vibratiles*. On

trouve cet épithélium sur toute l'étendue de la muqueuse respiratoire, sur les parois de l'utérus et sur celles des trompes utérines. On l'observe chez presque tous les invertébrés où il joue un rôle important et dans un très grand nombre de plantes, surtout dans celles qui sont les moins élevées en organisation.

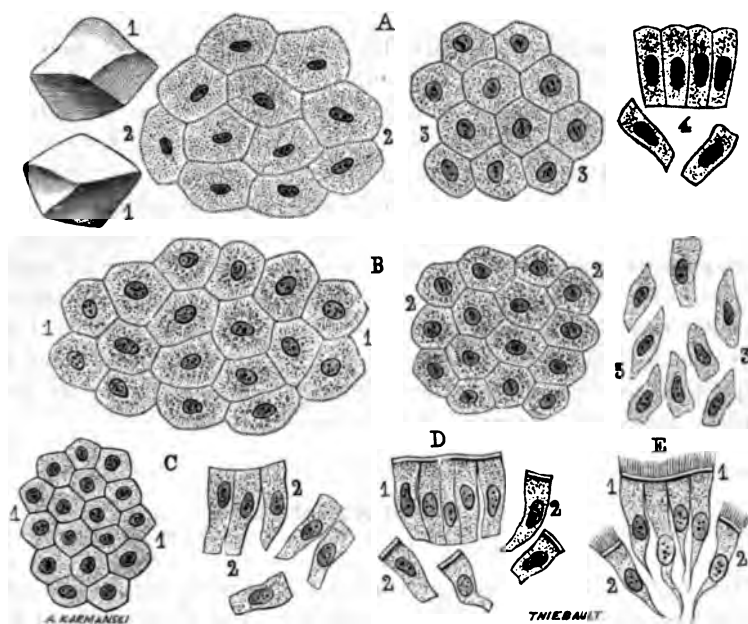


FIG. 3. — Les épithéliums, leurs cinq principales variétés.

A. *Épithélium pavimenteux de la peau*. — 1, 1, cellules de la couche cornée dépourvues de noyau, de protoplasme et de cavité. Elles présentent des empreintes ou facettes résultant de leur superposition. — 2, 2, cellules superficielles de la couche muqueuse ou profonde, remarquables par la petitesse de leur noyau. — 3, 3, cellules de la couche moyenne du corps muqueux, moins aplaties que les précédentes, moins larges, et offrant un noyau plus gros. — 4, 4, cellules de la couche profonde; elles sont allongées, prismatiques, et possèdent un noyau de forme ovoïde.

B. *Épithélium pavimenteux de l'œsophage*. — Il est constitué uniquement par le corps muqueux, la couche cornée de la peau s'arrêtant sur le bord libre des lèvres. — 1, 1, cellules de la couche superficielle. — 2, 2, cellules de la couche moyenne plus petites. — 3, 3, cellules de la couche profonde dissociées, allongées et conoïdes pour la plupart.

C. *Épithélium cylindrique*. — 1, 1, cellules cylindriques vues par leur extrémité libre, ou leur base. — 2, 2, ces mêmes cellules vues dans toute leur longueur.

D. *Épithélium cylindrique de l'intestin grêle*. — 1, 1, cellules vues en place et dans leur rapports. Sur leur base on remarque une lame amorphe qui passe de l'une à l'autre sans transition et qui forme leur plateau. — 2, 2, cellules isolées et semblables aux précédentes.

E. *Épithélium vibratile*. — 1, 1, cellules vibratiles vues en place et surmontées de leurs cils. — 2, 2, cellules isolées.

CHAPITRE II

STRUCTURE DES CELLULES

Dans les animaux supérieurs, les cellules comprennent dans leur structure quatre principaux éléments : le *protoplasme*, les *leucytes*, le noyau et une enveloppe de nature albuminoïde. Dans les animaux inférieurs, à ces quatre éléments s'en ajoute un cinquième, les *vacuoles contractiles*, et dans les plantes un sixième, représenté par une enveloppe de cellulose qui se superpose à l'enveloppe albuminoïde.

Si nous voulions prendre une notion tout à fait complète de la cellule dans la série des êtres organisés, nous aurions donc à l'étudier d'abord dans les animaux supérieurs, puis dans les animaux inférieurs, et enfin dans les plantes. Mais comme les vacuoles se retrouvent à la fois dans les animaux inférieurs et dans les plantes, pour éviter des répétitions inutiles, nous admettrons seulement des cellules de deux ordres, les cellules animales et les cellules végétales.

CELLULES ANIMALES

Des quatre éléments qui contribuent à former ces cellules, le plus important est sans contredit le protoplasme; c'est donc celui qui doit d'abord nous occuper.

§ 1^{er}. — DU PROTOPLASME.

Le protoplasme ne fait jamais défaut. On peut dire qu'il constitue l'élément essentiel de la cellule. De cet élément dérive une foule de produits que nous étudierons plus loin; c'est à lui que les cellules sont surtout redevables de leurs propriétés, de leur vitalité et de leurs principales attributions.

Nous en possédons aujourd'hui une connaissance à peu près complète. Cette connaissance c'est surtout aux recherches des botanistes qu'il faut en faire remonter le mérite. Les zoologistes se sont bornés à lui considérer deux parties : l'*hyaloplasme* et le *paraplasme*; mais ils n'ont pas réussi à pénétrer sa structure intime. L'hyaloplasme à leurs yeux serait de texture filamenteuse, opinion qui ne repose sur aucun fait positif. C'est donc à l'histologie végétale qu'il faut demander des notions nettes et précises sur ce point.

Le protoplasme est une substance molle, d'aspect homogène, très extensible, non élastique. Sa consistance varie un peu selon la cellule et l'animal que l'on considère. Assez dense au-dessous de la membrane, il devient plus mou à mesure qu'on se rapproche du noyau.

Sa partie superficielle ou périphérique se montre absolument dépourvue de toute granulation; elle forme une couche transparente, très mince, souvent difficile à distinguer, se continuant sans ligne de démarcation avec la partie sous-jacente. Cette couche membraneuse est remarquable par sa grande perméabilité, qui a pour avantage de favoriser tous les phénomènes d'osmose. Dans la masse sous-jacente on remarque au contraire de très minimes granulations qui restent le plus habituellement presque invisibles, mais qui deviennent très apparentes au moment de la bipartition des cellules, ces granulations se disposant alors en stries rayonnantes.

Les différences de consistance du protoplasme dépendent surtout de la quantité d'eau qu'il contient. Elle peut se rapprocher beaucoup de celle d'un liquide, mais ne descend jamais à un état complet de fluidité. Alors même qu'il est pénétré d'une grande quantité d'eau d'imbibition, il conserve encore une certaine viscosité qui rappelle son état le plus habituel.

Le protoplasme se compose de principes immédiats, mélangés, associés et en voie de transformation continue pendant toute la durée de la vie. Parmi ces principes, les uns sont formés de quatre éléments : l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote. Ces principes azotés appartiennent au groupe des substances albuminoïdes représentées plus spécialement par l'albumine, la fibrine, la caséine. D'autres ne comprennent parmi les éléments qui précèdent que les trois premiers et se réduisent souvent à l'état de simples hydrates de carbone. D'autres principes ternaires ou binaires en minime quantité sont de nature minérale. Le nombre de ces derniers, bien qu'il varie, est cependant assez considérable, en sorte que le règne inorganique se trouve représenté dans la composition du protoplasme par douze, quatorze et jusqu'à quinze ou seize éléments se mêlant, se combinant sous des formes diverses, d'où une composition des plus compliquées dont la chimie jusqu'à présent n'a pas réussi à faire une complète analyse.

La grande vitalité du protoplasme se révèle par les attributions remarquables dont il est doué. Au nombre de celles-ci figure surtout sa contractilité en vertu de laquelle il prend chez quelques animaux toutes les formes possibles, s'allongeant sur certains points, se déprimant sur d'autres, donnant ainsi naissance à des pseudopodes ou rhizopodes, dont le nombre, les dimensions, la configuration varient à l'infini. Indépendamment de ces mouvements extérieurs qui permettent aux animaux unicellulaires de se déplacer et même de parcourir d'assez longs

espaces, il en est d'autres qui se produisent à l'intérieur des cellules. Non moins dignes d'intérêt que les précédents, ils s'accusent par le déplacement des leucytes, en voie continue de circulation, les uns cheminant du centre vers la périphérie, les autres de la périphérie vers le centre.

Pendant que tout s'anime et s'agite ainsi à l'intérieur des cellules, d'autres phénomènes se produisent; ils consistent en courants multiples destinés à renouveler incessamment les matériaux qui les composent; parmi ces courants, les uns venus du dehors apportent des éléments nouveaux et président au mouvement de composition; les autres partis de l'intérieur emportent les éléments anciens et président au mouvement de décomposition, d'où une circulation moléculaire intime et incessante qui constitue la vie des cellules. Plus loin, nous verrons comment, sous l'influence de ce double courant moléculaire, les cellules s'accroissent, se divisent, se multiplient, puis dégèrent et dépérissent.

Certaines substances prennent naissance dans le protoplasme et peuvent acquérir des proportions diverses, parfois même très notables. Dans ce nombre nous devons ranger la graisse, l'amidon et quelques substances minérales cristallisées ou amorphes. La graisse en s'accumulant peut faire disparaître le protoplasme et même le noyau; elle devient alors pour les cellules une cause de mort. Nous étudierons plus loin ces cellules dégénérées qui forment le système adipeux. L'amidon, qu'on retrouve surtout dans les cellules végétales, se compose de couches concentriques dont le nombre tend sans cesse à augmenter; en s'accumulant en masses trop nombreuses ou trop considérables il porte aussi une atteinte plus ou moins grande à leur vitalité.

§ 2. — LEUCYTES.

Les leucytes sont accumulés en grand nombre dans le protoplasme, dont ils semblent faire partie, mais dont ils sont indépendants, au même titre que le noyau, situé comme eux dans son épaisseur. Leur répartition n'est pas uniforme, et leur volume est variable aussi. Dans certaines cellules, ceux qui occupent le voisinage du noyau sont à la fois plus nombreux et plus volumineux. Dans beaucoup d'autres, ils se répartissent à peu près également, sans envahir jamais la couche périphérique ou membraneuse du protoplasme. Leur forme est sphérique, quelquefois ovoïde.

Les leucytes sont incolores le plus habituellement; on ne les reconnaît dans ce cas qu'à leur contour. Ainsi décolorés, ils forment les *leucytes blancs* ou *leucocyteles*. Très souvent ils se colorent, en revêtant

les teintes les plus diverses et prennent alors le nom de *chromoleucytes*; c'est aux chromoleucytes que le règne animal emprunte le brillant aspect sous lequel il se montre dans un si grand nombre d'animaux. De leur existence dérivent chez les oiseaux l'éclat et la diversité de leur plumage; c'est à lui que beaucoup de reptiles, la plupart des poissons et tant d'invertébrés sont redevables aussi des couleurs si variées qui les distinguent. Leur coloration devient plus terne dans les régions polaires, et prend des nuances de plus en plus vives à mesure qu'on se rapproche de l'équateur.

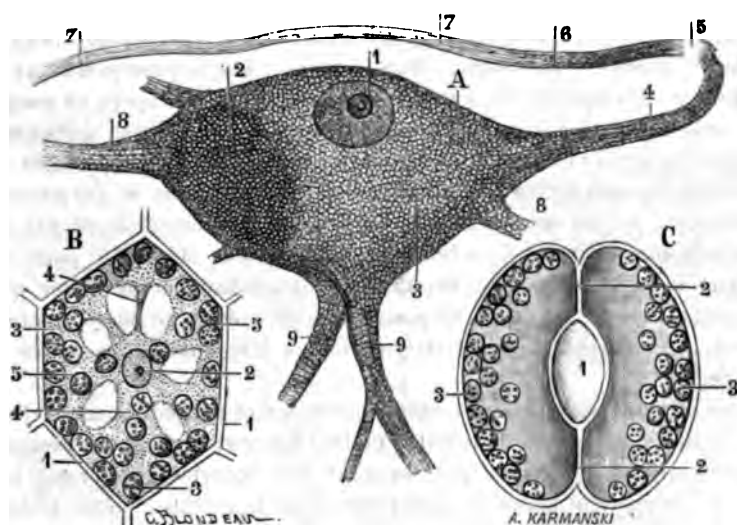


FIG. 4. — Leucytes et chromoleucytes des cellules animales et végétales.

A. *Leucytes et chromoleucytes d'une grande cellule de la moelle épinière du cheval.* — 1, noyau de la cellule. — 2, chromoleucytes présentant une couleur jaune foncé. Ces chromoleucytes composent un groupe bien limité, dont le contour cependant est formé par des leucytes d'une teinte plus claire; très souvent, au lieu d'un seul groupe, il en existe deux. — 3, leucytes incolores, de même volume et de même forme que les leucytes colorés. — 4, un prolongement très long, sur lequel on voit des leucytes incolores, qui se disposent sur certains points en séries longitudinales. — 5, solution de continuité répondant à la partie du prolongement qui a été excisée. — 6, sur cette partie du prolongement il existe encore des leucytes. — 7, 7, sa partie terminale dépourvue de leucytes et constituée uniquement par le cylindraxe. — 8, 8, autres prolongements sur lesquels on remarque aussi des leucytes. — 9, 9, prolongements semblables qui se divisaient en deux branches.

B. *Chloroleucytes d'une cellule végétale.* — 1, 1, membranes de la cellule. — 2, son noyau entouré par le protoplasme central. — 3, 3, son protoplasme pariétal. — 4, 4, prolongements unissant le protoplasme central au protoplasme pariétal. — 5, 5, chloroleucytes ou grains de chlorophylle.

C. *Chloroleucytes d'un stomate.* — 1, orifice en forme de boutonnière limitée par les deux cellules stomatiques. — 2, 2, union de ces deux cellules. — 3, 3, chloroleucytes répondant à leur bord convexe.

Lorsque les leucytes se colorent, ils débutent souvent par une teinte jaunâtre, d'abord très claire, qui devient ensuite plus foncée, ou tout à fait noire, mais qui peut prendre aussi toutes les autres nuances du spectre solaire, en s'associant et se juxtaposant sans se confondre.

C'est toujours dans les leucytes que les principes colorants se déposent et jamais dans le protoplasme qui les relie entre eux, d'où il suit que chacun d'eux a ses limites précises qui permettent de les distinguer les uns des autres. Un chromoleucyte se compose donc de deux principes au moins, un principe incolore qui le constitue essentiellement, et un principe colorant à l'égard duquel le premier joue le rôle de substratum.

Les leucytes, qu'ils soient colorés ou incolores, sont d'abord réduits à leurs moindres dimensions. Mais, à mesure que le protoplasme et le noyau se développent, ils s'accroissent aussi et arrivent après un temps variable à un volume qu'ils ne dépassent plus. On les voit alors s'allonger un peu, s'étrangler à leur partie moyenne, puis se partager en deux moitiés qui reviennent aussitôt à la forme arrondie et qui passent à leur tour par les mêmes phases. Un leucyte ne provient donc pas du protoplasme; il dérive d'un leucyte qui l'a précédé et sera le point de départ de deux autres leucytes absolument semblables; de même que le protoplasme et le noyau, il prend sa source dans un passé indéterminé, et ne périra pas sans laisser toute une descendance qui assure sa perpétuité.

Les chromoleucytes dans certaines cellules et particulièrement dans les grandes cellules de la moelle épinière forment souvent des groupes distincts et bien limités que séparent des leucytes incolores. Ces groupes répondent tantôt à une extrémité de la cellule, tantôt à tout autre point de son contour, quelquefois au noyau qu'ils recouvrent, plus rarement à un de leurs prolongements dans lesquels ils s'engagent en partie seulement, parfois en totalité.

Indépendamment de la propriété qu'ils possèdent à un si haut degré de s'associer à des principes colorants, les leucytes donnent naissance à plusieurs substances; c'est dans leur épaisseur que se forment l'amidon et quelques autres produits plus rares.

Cellules pigmentaires. — Lorsque les chromoleucytes sont très abondants dans une cellule, ils semblent la remplir, et le protoplasme semble disparaître. Mais il ne disparaît jamais; on le retrouve toujours avec ses attributs habituels entre les leucytes colorés. C'est à ces cellules en apparence remplies de chromoleucytes que s'applique la dénomination de cellules pigmentaires.

Ces cellules peuvent prendre toutes les formes possibles. Il en est de sphériques, de polygonales, de polyédriques, etc. Leurs formes cependant permettent de les diviser en trois ordres ainsi caractérisés:

cellules sans prolongements; cellules étoilées; cellules dont les prolongements se ramifient et s'anastomosent.

§ 3. — NOYAU DES CELLULES.

Le noyau, comme les leucytes et le protoplasme, possède une individualité qui lui est propre; comme ces deux éléments, il se reproduit par voie de bipartition; comme eux, il provient d'un noyau qui l'a précédé, et comme eux aussi il donne naissance à d'autres noyaux qui le transmettent indéfiniment d'âge en âge.

Son existence est à peu près constante. Les monères et quelques

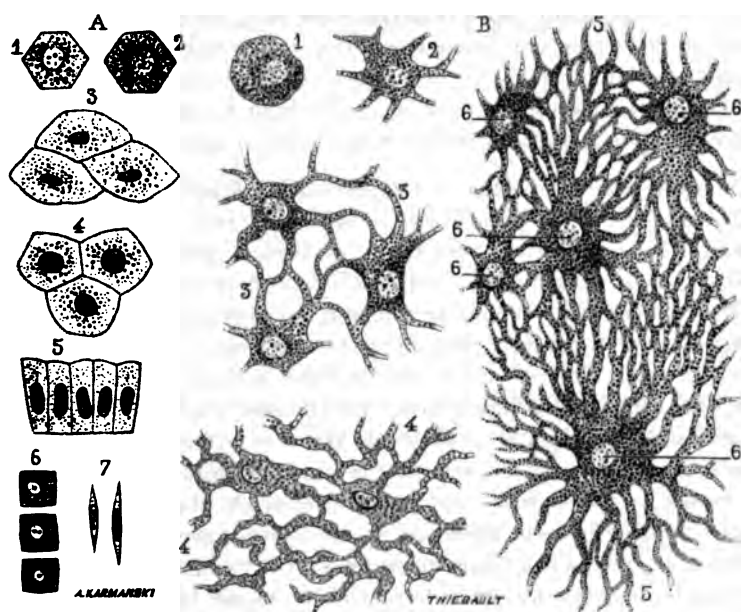


FIG. 5. — Cellules pigmentaires de l'homme et des animaux.

A. Cellules pigmentaires de l'homme. — 1, cellules du scrotum dont les chromoleucytes sont peu colorés. — 2, une autre cellule du scrotum dont les chromoleucytes sont plus gros et d'une couleur plus foncée. — 3, cellules superficielles du corps muqueux. — 4, cellules moyennes de cette couche. — 5, cellules profondes, allongées et verticales. — 6, cellules de la choroïde. — 7, cellules fusiformes des poils.

B. Cellules pigmentaires des animaux. — 1, une cellule ronde remplie de chromoleucytes. — 2, une cellule étoilée. — 3, 3, cellules étoilées, s'anastomosant par leurs prolongements. — 4, 4, cellules étoilées dont les prolongements se divisent et se subdivisent. — 5, 5, cellules pigmentaires de la peau d'un batracien, dont les prolongements, très nombreux, très ramifiés et très anastomosés, forment un riche réseau. — 6, 6, 6, 6, 6, noyau de ces cellules, dont les chromoleucytes offraient une couleur brune très foncée.

algues seulement en sont dépourvus. Il occupe généralement le centre de la cellule; cependant dans les cellules végétales il répond assez souvent à leur périphérie. J'ai démontré que dans les globules blancs il est périphérique aussi et immédiatement sous-jacent à la membrane, en sorte que, lorsqu'on fait tourner ces globules, on le voit tour à tour monter et descendre, en passant de gauche à droite et de droite à gauche.

Sa forme est sphérique dans la plupart des cellules et ovoïde dans quelques-unes. Dans les fibres musculaires lisses, il s'allonge davantage et représente assez bien un court bâtonnet, qui les caractérise et qui suffit à lui seul pour les reconnaître.

Sur sa partie périphérique un peu plus dense on voit une mince membrane qui établit entre le noyau d'une part, les leucytes et le protoplasme de l'autre, une limite très nette. A son centre on remarque un globule arrondi et réfringent, de volume variable, assez souvent double et même triple; c'est le *nucléole*, au centre duquel se trouve quelquefois un très minime globule qui prend alors le nom de *nucléolule*.

Le noyau comprend dans sa composition un filament flexueux, très contourné, et un suc particulier, le *suc nucléaire*. Le filament peut être très fin et très long; ses replis sont alors plus nombreux; ils s'entre-croisent davantage, s'unissent et forment ainsi un réseau à mailles serrées. Quelquefois le filament est plus court et plus gros, moins flexueux, en sorte que le réseau présente des mailles plus larges. Il est formé de deux substances, l'une hyaline, la *linine*, l'autre composée de granules linéairement échelonnés, c'est la *chromatine*. Ces granules possèdent la propriété de fixer très fortement les principes colorants. Réunie à la chromatine, la linine constitue la *nucléine* qui représente la partie solide du noyau. Autour du filament et dans ses mailles se trouve le suc nucléaire ou *paralinine*, pénétré aussi d'une certaine quantité d'eau, mais qu'on ne saurait comparer cependant à un simple liquide. Le nucléole se colore comme la chromatine. La linine se colore à peine; la paralinine et la membrane ne se colorent pas (fig. 6, A).

Par sa composition chimique, le noyau se rapproche du protoplasme et des leucytes. Il est formé aussi de divers principes albuminoïdes, auxquels s'ajoutent quelques principes ternaires ou binaires et une certaine quantité d'eau. Ses réactions rappellent celles de ces deux éléments. On le voit se colorer en jaune par l'iode, en violet par la potasse, en rouge par le nitrate acide de mercure.

A son apparition, le noyau est remarquable par son volume. C'est lui qui, dans la première période du développement des cellules, en forme la presque totalité. Le protoplasme qui l'entoure se distingue à peine,

n'étant représenté alors que par une très mince couche ; ainsi sont constitués les leucocytes des ganglions qui appartiennent à la classe des cellules, mais dont les divers éléments n'offrent pas encore les proportions qu'ils auront au terme de leur croissance.

§ 4. — MEMBRANE DES CELLULES.

La membrane, dans les cellules animales, n'est pas constante. Nous avons vu que la plupart des protozoaires en sont dépourvus. Elle ne commence à se montrer que chez les grégarines et surtout chez les infusoires. Dans les animaux pluricellulaires et même chez ceux de l'ordre le plus élevé, comme les vertébrés et chez l'homme, elle manque aussi très souvent. La cellule est dite alors *cellule nue*. Les cellules de cette catégorie ne sont protégées que par la couche superficielle, plus dense de leur protoplasme, et par les substances qui dérivent de celui-ci, substances de nature très diverse sur lesquelles nous allons revenir.

Lorsqu'elle existe, la membrane ou enveloppe des cellules est toujours très mince. Elle a pour attributs son homogénéité, sa transparence, sa grande perméabilité. C'est à peine si elle diffère de la couche membraneuse du protoplasme qu'elle recouvre et à laquelle elle adhère. Aussi, la plupart des zoologistes ne lui accordent-ils qu'une minime importance, sa présence ou son absence n'apportant aucune modification sensible, soit dans la constitution anatomique des cellules, soit dans l'exercice de leurs fonctions. Comme les trois autres éléments de la cellule, elle est, en effet, de nature albuminoïde, et peut être considérée par conséquent comme une simple dépendance du protoplasme, surajoutée à sa couche périphérique.

Lorsqu'elle acquiert une certaine épaisseur, la membrane semble devenir, pour le corps protoplasmique, un moyen de protection, en l'isolant des parties qui l'entourent.

Chez les végétaux à l'enveloppe albuminoïde, on voit se surajouter une enveloppe de cellulose qui leur assure une protection beaucoup plus efficace et qui sera décrite plus loin.

§ 5. — SUBSTANCES QUI DÉRIVENT DE L'ACTIVITÉ PROPRE DES CELLULES.

Ces substances sont restées jusqu'ici méconnues, dans leur nature, dans leur disposition, et même, pour la plupart, dans leur existence. Il importe d'assigner à chacune d'elles les caractères qui la distinguent, d'en déterminer les attributions et de leur restituer la place qu'elles méritent d'occuper dans les cadres de l'anatomie générale.

Reconnaissons d'abord que les cellules, pour la plupart, ne se trouvent pas immédiatement en rapport. Elles sont unies entre elles, et elles le sont par l'intermédiaire d'une substance émanée de leur protoplasme, substance destinée, tantôt à les fixer dans leur situation relative, tantôt à leur servir de lien commun, ou bien à les doter d'une sorte de milieu qui en fait pour ainsi dire partie intégrante, et quelquefois à les protéger. Ces substances diffèrent très notablement les unes des autres. Presque toutes, cependant, rentrent dans la classe des substances amorphes. Il en est qui s'étalent en minces lamelles dans l'intervalle des facettes par lesquelles les cellules se juxtaposent, et d'autres qui prennent la forme de membranes; quelques-unes sont représentées par des fibrilles ou par des dépôts amorphes dans lesquels les cellules sont comme ensevelies. On peut donc les diviser en quatre ordres : 1° les simples lamelles unissant les cellules à facettes et remplissant le rôle de ciment ; 2° les lames amorphes, répondant seulement à la base des cellules ; 3° les fibres et fibrilles occupant sur certains points leurs intervalles ; 4° enfin, les substances solide ou demi-solide qui les englobent dans leur épaisseur.

1° **Des ciments.** — Certaines cellules sont simplement juxtaposées par leurs facettes ou par les lignes qui limitent leur contour polygonal. La plupart sont unies par une substance amorphe intermédiaire. Leur adhésion est-elle plus faible dans le premier cas et plus forte dans le second? Aucun fait bien positif ne vient nous renseigner sur ce point. Dans les minéraux, les particules qui contribuent à les former sont unies aussi, chez les uns par simple juxtaposition, et chez les autres par un ciment. Ainsi, dans le granit, si abondant à la base de nos grandes chaînes de montagnes et représentant leur ossature, il existe trois éléments taillés à facettes, le quartz, le feldspath et le mica. Comment ces trois éléments se soudent-ils? Par juxtaposition; et ils sont si solidement unis que toute tentative destinée à les séparer a pour résultat ordinaire une solution de continuité.

Les ciments ne semblent donc pas nécessaires lorsque les particules élémentaires des corps organisés et inorganiques se juxtaposent par des facettes. Que se passe-t-il en effet, lorsque nous appliquons l'une sur l'autre deux lames de cristal ou deux plaques d'ivoire, parfaitement planes et unies? Elles adhèrent très solidement. Essayons de soulever la supérieure; elle résiste à l'effort qui tend à la séparer de l'inférieure. L'adhérence, il est vrai, devient plus grande si on laisse pénétrer entre elles, par voie de capillarité, une couche mince d'eau, d'huile ou d'alcool qu'on pourrait comparer à une sorte de ciment. Mais tel n'est pas le rôle qu'elle remplit; elle a seulement pour effet de rendre la juxtaposition plus parfaite. Si, au contraire, les particules

du corps sont arrondies, ou limitées par des contours irréguliers, elles restent indépendantes et semblent réclamer pour leur union la présence d'un ciment. Ainsi, dans le porphyre, qui existe aussi en masses énormes dans les terrains primaires, nous retrouvons les trois mêmes éléments qui composent le granit. Mais ils sont irréguliers, et un ciment les unit. Le grès se compose de grains de sable; isolés, ces grains de sable rouleraient les uns sur les autres; mais unis par la silice, ils forment ces roches si dures que nous employons pour le dallage de nos temples et le pavage de nos rues.

Lorsqu'elles sont limitées par des facettes, les particules élémentaires des corps se juxtaposent donc et cette juxtaposition peut suffire pour leur union. Lorsqu'elles sont limitées par des contours irréguliers, une substance intermédiaire semble nécessaire pour les unir.

Chez les animaux, la plupart des cellules s'unissent à la fois par des facettes et par un ciment. Celles qui sont planes et polygonales se soudent par leurs bords. En les soumettant à l'action de l'azotate d'argent, le ciment noircit et s'accuse par des lignes qui dessinent alors très nettement leur contour. Dans les plantes, un très grand nombre de cellules sont unies par simple juxtaposition.

2° Lames ou membranes amorphes. — Ces membranes répondent à la base des cellules dont elles tirent aussi leur origine. Elles sont sous ce rapport, pour les cellules d'une part et pour l'organe sous-jacent de l'autre, un lien commun qui ne saurait être méconnu et qu'il importe de rappeler. Je mentionnerai parmi les plus importantes la lamelle qui répond à la face profonde des épithéliums tégumentaires, celle qui recouvre la face adhérente des épithéliums glandulaires, et qu'on considérait autrefois comme une membrane propre présidant aux sécrétions; ses attributions se trouvent ainsi singulièrement réduites. Au même ordre se rattache la membrane qui revêt dans toute sa longueur le cordon ombilical. C'est à cet ordre aussi qu'il faut rapporter la membrane du cristallin, bien qu'elle diffère des précédentes par sa grande élasticité; mais bien évidemment elle dérive comme toutes les autres des cellules auxquelles elle s'applique. La membrane de Demours, la membrane hyaline de la rétine, font partie du même groupe. Toutes ces membranes ont pour attributs leur transparence, leur minceur, leur homogénéité, leur perméabilité et une assez notable résistance.

3° Fibres et faisceaux conjonctifs. — Placer au nombre des substances qui dérivent des cellules les fibres et faisceaux de nature conjonctive, c'est avancer une opinion qui semblera mal fondée sans doute, et que bien peu d'historiens seront disposés à adopter. Elle repose cependant sur un ensemble de faits absolument incontestables que je ne puis mentionner ici avec les détails qu'ils exigent et les

preuves qui les confirment, mais qui seront exposés très complètement dans l'histoire du tissu conjonctif.

Ici je dirai seulement que les faisceaux de tissu conjonctif sont composés de fibres, et que ces fibres étudiées par les procédés qui relèvent de la méthode des dissociations se montrent formées bien manifestement d'une substance amorphe et de granules sériés occupant leur épaisseur. C'est à ces deux éléments que se réduisent partout où on les rencontre les fibres et les faisceaux de nature conjonctive ; ils se laissent facilement isoler, en sorte que dans les préparations recouvrant le champ du microscope on voit, çà et là, des fibrilles granulees, des fibrilles sans granules, des granules répandus en grand nombre dans leurs intervalles, ou de simples îlots dans lesquels les deux éléments se trouvent mélangés dans les proportions les plus diverses. Des faits irrécusables établiront donc que le tissu conjonctif fait partie de la grande famille des substances amorphes. Comme celles-ci il n'apparaît que lorsque les cellules sont constituées. On ne voit d'abord que les cellules ; puis dans leurs intervalles se montre une matière molle à fins granules, dérivant de leur protoplasme et sans forme bien déterminée. Plus tard la matière amorphe exsudée devenant plus abondante, elle s'allonge, devient fibrillaire, et les fibrilles elles-mêmes se juxtaposent, donnant naissance à des fascicules, lesquels se juxtaposent à leur tour, en nombre variable, pour former les faisceaux.

La substance conjonctive amorphe et les granules qu'elle contient, se montrent en grande abondance dans une foule d'organes et plus particulièrement dans toute l'étendue du système nerveux central où elle est très facilement reconnaissable. Cette substance amorphe des centres nerveux est assez généralement connue sous le nom de névroglie. Ramenée à sa véritable nature, la névroglie, qui a tant exercé le génie des auteurs allemands, rentre donc aussi dans la catégorie des substances amorphes ; elle dérive comme toutes les autres de l'activité propre du protoplasme des cellules, représentées ici par les cellules nerveuses.

Ajoutons que d'autres cellules bien autrement nombreuses sont entourées, comme les précédentes, d'une substance amorphe qui les sépare en les reliant très solidement entre elles ; telles sont les fibres musculaires lisses dont le mode d'union était resté si longtemps indéterminé. Elles rentrent sous ce rapport dans la loi commune.

4° Fibres élastiques. — S'il y a quelque témérité à considérer les faisceaux conjonctifs comme un produit dérivé de l'activité des cellules, et réductibles par l'analyse à une simple substance amorphe, peut-être est-il plus téméraire de ramener les fibres élastiques à la même loi en démontrant qu'elles offrent la même composition, qu'elles sont formées

aussi par une substance amorphe essentiellement granuleuse, et qu'elles émanent en définitive des mêmes cellules qui donnent naissance aux faisceaux conjonctifs. Dérivant de la même source, naissant simultanément, nous ne saurions nous étonner qu'on les voit partout s'associer et se mélanger sous des proportions variant à l'infini. En étudiant le système élastique il nous sera facile d'établir et de reconnaître combien cette opinion est justifiée par la méthode des dissociations qui permet de la mettre instantanément en évidence.

Après avoir étudié les cellules animales dans les éléments qui les composent et dans les produits qui en dérivent, étudions sous ce double point de vue aussi les cellules végétales.

CELLULES VÉGÉTALES

Les cellules végétales possèdent quatre éléments que nous avons déjà rencontrés dans les cellules animales, un protoplasme, un noyau, des leucytes et une membrane albuminoïde.

A ceux-ci viennent s'en ajouter deux autres, les vacuoles qu'on observe aussi chez les animaux inférieurs, et une membrane de cellulose qui leur est propre.

Considérons d'abord le protoplasme et les vacuoles que l'on ne saurait isoler dans leur étude ; nous nous occuperons ensuite du noyau, des leucytes, et des deux membranes qui forment l'enveloppe des cellules.

§ 1^{er}. — PROTOPLASME, VACUOLES.

A. Protoplasme. — Le protoplasme par la plupart de ses attributs rappelle celui des cellules animales. Il offre les mêmes propriétés physiques, les mêmes attributions physiologiques, la même composition chimique. Il est aussi essentiellement vivant, contractile et animé dans toutes ses particules de mouvements continus. La vie des plantes, comme celle des animaux, est la résultante de l'énergie vitale de toutes les cellules qui les composent. Dans la première période de son développement, il ne présente pas de vacuoles, mais seulement des hydroleucytes qui augmenteront bientôt de nombre et de volume.

B. Vacuoles. — Parvenu à une phase plus avancée de sa croissance, on remarque dans l'épaisseur du protoplasme un ou deux espaces clairs et arrondis, sans limites bien arrêtées, qui sont bientôt au nombre de quatre ou cinq : ce sont les *vacuoles contractiles*.

Ces vacuoles prennent des dimensions de plus en plus grandes, le

liquide ou suc nucléaire qu'elles contiennent augmentant peu à peu de quantité. A mesure qu'elles s'élargissent, elles refoulent de toutes parts le protoplasme qui les sépare. Après leur complet développement, celui-ci n'est plus représenté que par une partie centrale entourant le noyau, par une partie périphérique s'appliquant à l'enveloppe albuminoïde, sous la forme d'une couche membraneuse plus ou moins épaisse, et par des prolongements variant de nombre, d'épaisseur et de direction, qui s'étendent de la partie centrale à la partie pariétale. Les leucytes sont situés dans chacune de ces trois parties. On les voit se mouvoir en séries, les uns cheminant du centre vers la couche périphérique, les autres de celle-ci vers le centre. On constate ainsi qu'à l'intérieur de la cellule tout se meut et s'agite. Ce mouvement s'opère sous l'influence du protoplasme et en vertu de sa contractilité propre.

Ce ne sont pas seulement les leucytes qui se déplacent. Le noyau lui-même peut se déplacer et se déplace assez fréquemment pour se porter vers un point quelconque du protoplasme pariétal, dans l'épaisseur duquel il finit souvent par se loger.

Lorsque le suc cellulaire devient très abondant, les prolongements protoplasmiques qui rayonnaient d'abord du centre à la périphérie, s'amincissent, se rompent, se retirent vers la couche pariétale, et le suc remplit alors presque entièrement la cellule.

Dans l'état le plus habituel, c'est-à-dire lorsqu'il n'occupe dans le protoplasme qu'une place plus ou moins limitée, le suc contient un acide qui a pour propriété d'attirer dans la cellule l'eau nécessaire à sa nutrition et à l'exercice de ses fonctions. En échange de ce liquide le protoplasme lui cède quelques-uns des principes solubles qu'il contient et particulièrement des sels minéraux et organiques.

§ 2. — NOYAU.

Dans les cellules végétales le noyau n'occupe pas toujours leur partie centrale. Nous avons vu plus haut qu'il n'est pas immobilisé, qu'il se déplace souvent et qu'il répond tantôt à leur centre, tantôt à leur périphérie. Il est arrondi aussi, quelquefois ovoïde, assez volumineux, et en général bien distinct. Une membrane mince en limite la surface. Un ou deux nucléoles se voient à son centre. Il a également pour élément essentiel un filament, tantôt long, très mince, très flexueux, tantôt plus gros, plus court (fig. 6, A).

Ce filament se compose, comme chez les animaux, d'une substance hyaline et amorphe, la *linine*, de granules disposés linéairement, possédant la propriété de fixer très fortement les principes colorants,

et désignés collectivement aussi sous le nom de *chromatine*. Dans les mailles du filament se trouve une substance transparente, semi-liquide, le suc nucléaire ou *paralinine*. Sa structure en un mot ne diffère pas de celle qui lui est propre dans les cellules animales.

§ 3. — LEUCYTES.

Les leucytes prennent une part fort importante à la composition des cellules végétales et jouent aussi un rôle très considérable dans les fonctions qu'elles remplissent. Leur nombre paraît moins grand que dans les cellules animales; mais ils sont par une sorte de compensation assez notablement plus volumineux. Leur configuration varie de la forme arrondie ou sphérique à la forme ovoïde; dans la même plante elle est semblable pour tous les leucytes.

A leur centre, ou sur un point qui en est plus ou moins rapproché, on distingue souvent un granule d'amidon, qui augmente peu à peu par la formation de couches nouvelles, superposées, de plus en plus nombreuses, alternativement plus denses et moins denses, plus claires et plus sombres. Les leucytes ainsi envahis sont les *amyloleucytes*.

De leur activité propre dérivent encore d'autres produits. Mais leur propriété la plus remarquable consiste dans leur grande affinité pour les matières colorantes. La plupart contiennent deux principes colorants, la *xantophylle* ou principe colorant jaune qui a pour siège spécial les plantes étiolées et maintenues à l'ombre, et la *chlorophylle* ou principe colorant vert. Les leucytes possédant ces deux principes sont quelquefois appelés *grains de chlorophylle*. La dénomination de *chloroleucytes*, beaucoup plus usitée, leur convient mieux en effet.

Les chloroleucytes ont pour siège spécial les cellules du parenchyme sous-jacent à l'écorce de la tige et à l'enveloppe épidermique des feuilles. Cependant les stomates situés dans l'épiderme en possèdent aussi quelques-uns qui forment une ou deux rangées adossées à leur bord convexe.

Dans les cellules parenchymateuses les chloroleucytes se voient, en partie au centre du protoplasme, lorsque le noyau a conservé sa place habituelle, en partie dans sa couche pariétale, et souvent aussi sur les prolongements qui séparent les vacuoles.

La chlorophylle est abondamment répandue dans le règne végétal, on la retrouve dans presque toutes les plantes, et jusque sur celles qui végètent au bas de l'échelle, comme les algues. Cependant les cryptogames non vasculaires en sont dépourvus.

Nous savons depuis les belles recherches de Priestley, de Sennebier et de Saussure, publiées de 1772 à 1804 et confirmées par les recherches

analytiques de Boussingault parues en 1862, que la chlorophylle a pour attribution de décomposer l'acide carbonique en dégageant l'oxygène et fixant le carbone que la plante utilise ensuite pour sa croissance. Son rôle est donc d'un ordre très élevé et bien supérieur à celui que remplissent les divers pigments chez les animaux.

Un grand nombre de fleurs empruntent la coloration éclatante de leur corolle à un principe colorant jaune, et d'autres à un principe colorant rouge ou orangé qui a aussi pour siège leurs leucytes.

§ 4. — MEMBRANES.

La membrane albuminoïde des cellules végétales ne diffère pas de celle des cellules animales. Comme celle-ci, elle est mince, hyaline et amorphe, très perméable et immédiatement appliquée sur la couche membraneuse du protoplasme. Elle précède l'enveloppe de cellulose, en sorte que toutes les cellules encore très jeunes ne possèdent qu'une seule membrane.

Mais l'enveloppe cellulosique ne tarde pas à se montrer et revêt des caractères qui varient selon l'époque à laquelle on la considère. Dans la première période de son développement, elle est remarquable par son peu d'épaisseur et son adhérence intime à la membrane sous-jacente. D'abord elle ne semble pas se distinguer de la membrane albuminoïde dont elle fait en réalité partie, de telle sorte que l'enveloppe des cellules, à cette époque, peut être considérée comme unique et formée d'une couche interne albuminoïde, et d'une couche externe cellulosique. Cette couche externe est un produit de la couche interne; c'est un exsudat qui en dérive ou plutôt qui dérive du protoplasme.

Plus tard l'enveloppe de cellulose augmente d'épaisseur et surtout de résistance, devient alors plus distincte et peut être séparée assez facilement de la membrane qu'elle recouvre.

Devenue indépendante, l'enveloppe de cellulose présente un ensemble de propriétés qui la caractérisent et qui la distinguent de tous les autres éléments de la cellule. On peut alors l'isoler en immergeant les cellules dans l'alcool qui a pour effet de rétracter le protoplasme, d'où l'apparition d'un vide entre les deux membranes ambiantes.

A mesure qu'elle s'étend en surface par suite de la croissance des cellules, l'enveloppe de cellulose augmente aussi en épaisseur. Son épaissement s'opère à l'aide de couches successives alternativement plus denses et moins denses, dont le nombre peut varier de trois ou quatre jusqu'à quarante et cinquante. Les couches les plus denses et les plus réfringentes sont les moins aqueuses; les couches les plus molles et les plus ternes sont les plus hydratées. C'est sur les

coupes longitudinales et transversales qu'on voit le mieux les couches concentriques. Celle-ci sont elles-mêmes composées d'un système de minces lamelles dont les stries se dirigent alternativement dans le sens longitudinal et dans le sens transversal.

L'épaississement de la membrane porte souvent sur toute son étendue; elle est alors uniforme. Mais plus fréquemment elle a lieu sur certains points seulement, les autres restant minces et transparents. Tantôt alors les parties plus épaisses répondent à sa face interne, tantôt à sa face externe, et parfois à l'une et à l'autre. Dans le premier cas, l'épaississement est centripète et s'opère aux dépens de la cavité de la cellule; dans le second, il est centrifuge et l'enveloppe se couvre d'une sculpture riche et très élégante. Dans le troisième, cette élégante sculpture décore à la fois les deux faces. Tous ces détails se voient très bien sur le champ du microscope.

Sur les vaisseaux ligneux et libériens, les saillies qui surmontent leur face externe sont surtout remarquables. Elles permettent de les distinguer en plusieurs ordres, les *vaisseaux annelés* recouverts d'anneaux équidistants, les *vaisseaux spiralés*, les *vaisseaux aréolés*, les *vaisseaux criblés*, les *vaisseaux scalariformes* sur lesquels les saillies longitudinales sont reliées par des saillies transversales rappelant les barreaux d'une échelle. Sur certaines plantes, comme la balsamine par exemple, j'ai vu bien souvent toutes ces modifications d'aspect non seulement sur des vaisseaux différents et juxtaposés, mais sur le même vaisseau qui est annelé sur un point, spiralé plus loin, aréolé ou scalariforme ailleurs. Sur les cellules des feuilles, des sépales, des pétales, sur les grains de pollen on remarque d'autres genres de sculptures variant à l'infini, et toutes sont très manifestes après l'emploi de la méthode des dissociations.

La membrane cellulosique augmente d'épaisseur avec la quantité d'eau d'imbibition qui la pénètre; sa densité et sa réfringence diminuent au contraire en raison directe de l'abondance de celle-ci. Elle est élastique, très résistante à la pression et à la traction, et diffère beaucoup sous tous ces rapports de la membrane albuminoïde. Comme celle-ci cependant elle est très perméable.

Cette membrane a pour élément la *cellulose*, substance solide, unie à une certaine quantité d'eau inégalement répartie dans sa masse, et dont la proportion varie d'une cellule à l'autre. — La cellulose est incolore, transparente, insoluble dans l'eau, dans l'alcool, l'éther, les acides et les alcalis, d'où la facilité avec laquelle la méthode des dissociations met toutes les cellules en évidence sans les altérer. Ses attributions découlent de ses propriétés physiques, c'est-à-dire de sa résistance, de sa solidité, du privilège qu'elle possède de rester inalté-

nable dans les milieux les plus divers. Elle a pour destination de protéger les cellules, sans apporter aucune entrave aux échanges osmotiques.

§ 5. — SUBSTANCES QUI DÉRIVENT DE L'ACTIVITÉ DES CELLULES VÉGÉTALES.

Les substances émanées du protoplasme ne se déposent pas autour des cellules comme celles si importantes et si variées qui dérivent des cellules animales, mais dans l'épaisseur de l'enveloppe cellulosique. Elles diffèrent beaucoup, soit par leur nature, soit par leur destination, mais se rapprochent cependant par un caractère qui leur est commun : toutes consistent dans la transformation de l'une ou de plusieurs des couches qui composent la membrane de cellulose.

De cette transformation résulte : tantôt une pellicule de cutine, tantôt une sorte de gelée ou de mucilage ; tantôt un produit moins consistant encore et comparable à un liquide. Quelquefois ce produit offre la consistance du bois ou celle d'un minéral. Les substances incluses dans l'épaisseur de l'enveloppe externe ou cellulosique sont donc très dissemblables. Un mot sur les principales d'entre elles.

La *cutine* a pour siège les cellules superficielles de la tige et des feuilles de certaines plantes, la périphérie des poils, la surface des grains de pollen, etc. Sur les cellules épidermiques et sur les poils, elle n'envahit que leur face externe, et quelquefois en partie aussi leurs faces latérales. Sur les grains de pollen ou cellules libres elle revêt toute leur périphérie. Sa couche superficielle ou *cuticule* se prolonge sans discontinuité sur toutes les cellules. Les couches profondes imparfaitement transformées sont dites cuticulaires.

La cutine est une substance solide, très dure, flexible, demi-transparente, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et les acides. Elle constitue pour les parties sous-jacentes un puissant moyen de protection.

La *gélification* de certaines couches de la membrane de cellulose a pour résultat d'isoler les couches plus profondes de la membrane qui deviennent libres, en sorte que les cellules ainsi mises en liberté peuvent abandonner la place qu'elles occupent ; tels sont les grains de pollen qui tombent alors sur les stigmates du pistil, ou qui se laissent emporter par les courants atmosphériques vers d'autres plantes.

La liquéfaction partielle ou complète de quelques-unes des couches de la cellulose a pour conséquence un résultat analogue.

La lignification est un phénomène constant dans les cellules des vaisseaux ligneux. En imprégnant leurs parois de *lignine* ou *vasculose*, elle leur donne la solidité nécessaire pour supporter le poids de toutes les autres parties constituantes du végétal.

La minéralisation s'attaque le plus habituellement aux cellules cutinisées. Alors s'amassent dans l'épaisseur de la cutine des granules en général de nature calcaire, parfois assez abondants pour en augmenter beaucoup la dureté, aux dépens de la perméabilité. C'est quelquefois la silice qui se dépose dans les couches externes de la cellule; ainsi se forme le test des diatomées.

Ajoutons enfin que la cellulose peut s'imprégner de divers principes colorants, et en si grande abondance dans le bois de quelques arbres, que ceux-ci sont utilisés dans l'industrie comme bois de teinture.

CHAPITRE III

DÉVELOPPEMENT DES CELLULES

Nous avons vu que la structure des cellules n'est pas tout à fait identique dans les deux règnes. Mais leur développement ne diffère pas. Lorsqu'une cellule a atteint le terme de son accroissement, elle se divise en deux moitiés, composées chacune des mêmes éléments que la cellule génératrice ou cellule mère, de telle sorte que l'évolution des cellules consiste essentiellement dans un phénomène de bipartition.

Étudions ce phénomène et toutes les modifications qui s'y rattachent. Considéré dans l'ensemble des phases ou stades qu'il comprend, on le désigne sous le nom de *division indirecte* par opposition à un processus plus simple appelé *division directe*.

La division indirecte a été décrite par M. Léon Guignard avec un rare talent. Ce sont ses études si remarquables de pénétration, de précision et de lucidité que nous prendrons pour guide (1).

Cette division indirecte à laquelle quelques auteurs donnent le nom de *karyokinèse* et qui serait mieux nommée avec M. Henneguy *citodièrese*, débute par l'apparition de deux sphères, *sphères attractives* de quelques auteurs, *sphères directrices* de M. Guignard. Au centre de celles-ci on remarque un globule, c'est le *centrosome*. Tout autour rayonnent, disposées en séries rectilignes, les fines granulations du protoplasme qui donnent aux centrosomes l'aspect d'une étoile, d'où la dénomination d'*asters* sous laquelle les deux sphères étoilées sont connues. Plus tard elles seront reliées par d'autres granulations moléculaires du protoplasme s'étendant de l'une à l'autre à la manière des méridiens, et passant par le noyau; de là une figure offrant la configuration d'un fuseau, dont les sphères directrices forment les pôles. Le protoplasme remplit

(1) Léon Guignard, *Nouvelles études sur la fécondation*, 1891.

donc un rôle important dans la bipartition des cellules, et ce rôle se maintient pendant toute la durée de la citodièrese ; il en marque non seulement le début, mais aussi le dernier terme, sa division étant toujours consécutive à celle du noyau.

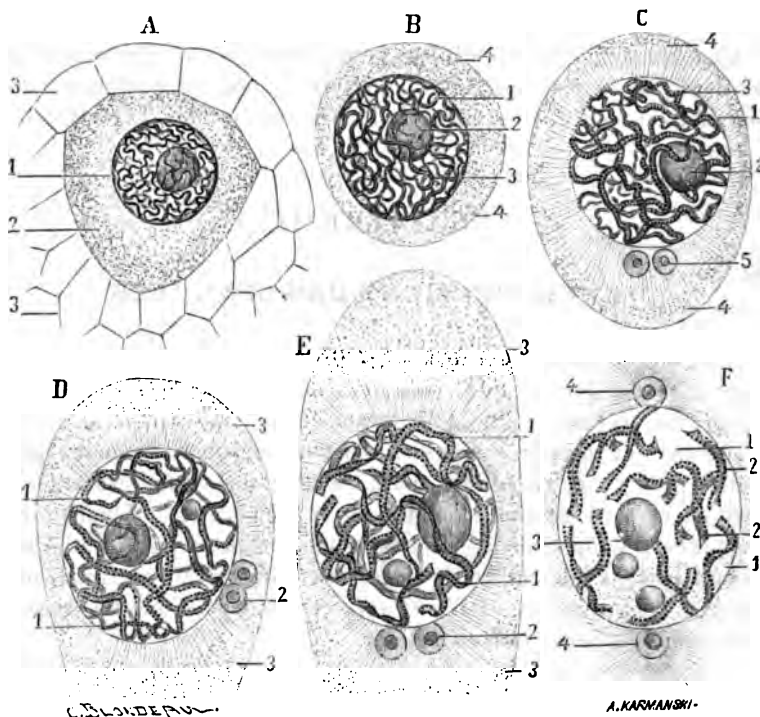


FIG. 6. — Premières phases de la bipartition des cellules (d'après M. L. Guignard).

A. Cellule végétale très rapprochée du sommet du nucelle, et entourée de cellules beaucoup plus petites. — 1, son noyau, dans lequel on voit un filament très fin et très flexueux. — 2, son protoplasme. — 3, 3, petites cellules qui l'entourent.

B. La même cellule, dont le noyau est plus gros. — 1, noyau. — 2, nucléole. — 3, filament du noyau, dont les replis sont plus accusés que sur la figure précédente. — 4, 4, protoplasme formant autour du noyau une couche plus mince.

C. Même cellule, dont le noyau, plus gros encore et mal limité, se confond en partie avec le protoplasme. — 1, noyau. — 2, nucléole. — 3, replis du filament devenu très gros et granuleux. — 4, 4, protoplasme. — 5, cellules directrices.

D. Même cellule, un peu plus avancée dans son développement. — 1, 1, filament du noyau dont les replis commencent à se fragmenter. — 2, cellules directrices. — 3, 3, protoplasme.

E. Noyau dont le filament, très gros, s'est divisé en tronçons ou bâtonnets. — 1, 1, bâtonnets. — 2, cellules directrices. — 3, 3, protoplasme.

F. Même noyau dont les bâtonnets sont beaucoup plus espacés. — 1, 1, suc nucléaire. — 2, 2, bâtonnets. — 3, noyau. — 4, 4, les deux cellules directrices qui se sont séparées pour se placer aux pôles du futur amphiaster.

Dès que les sphères directrices ont paru, on voit se produire dans le noyau toute une série de modifications qui précèdent, accompagnent et suivent sa division. Le filament qui, à l'état de repos de la cellule,

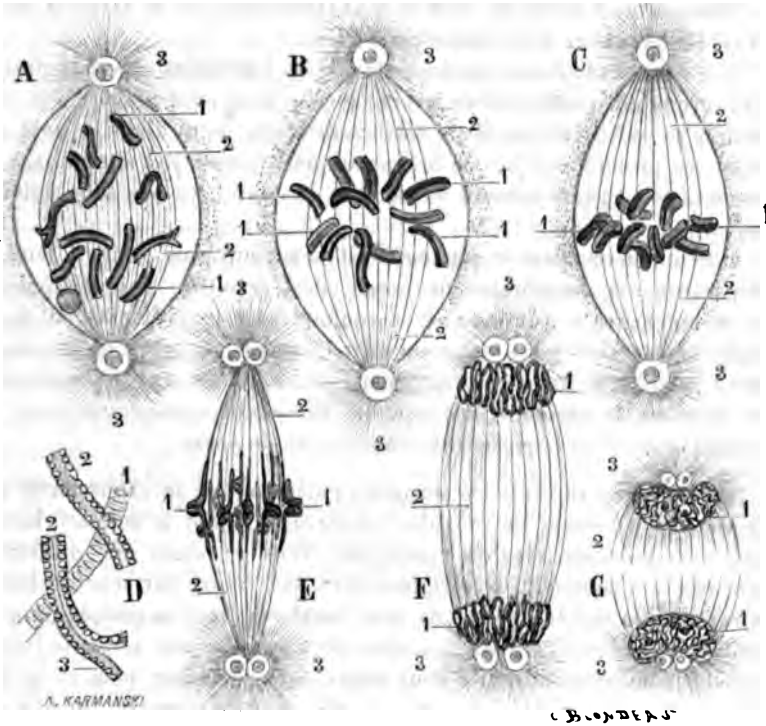


FIG. 7. — Dernières phases de la bipartition des cellules (d'après M. L. Guignard).

A. Un noyau avec son amphiasier. — 1, 1, bâtonnets. — 2, 2, filaments protoplasmiques ou achromatiques traversant le noyau. — 3, 3, pôles de l'amphiasier.

B. Le même noyau, dans lequel les bâtonnets commencent à s'orienter pour former la plaque équatoriale. — 1, 1, bâtonnets, au nombre de douze. — 2, 2, filaments achromatiques, au nombre de douze également. — 3, 3, les deux pôles de l'amphiasier.

C. Même noyau, dont les bâtonnets sont couchés dans le plan de l'équateur. — 1, 1, plaque équatoriale. — 2, 2, filaments protoplasmiques. — 3, 3, pôles de l'amphiasier.

D. Trois bâtonnets. — 1, un bâtonnet formé d'une seule rangée de granules. — 2, 2, deux bâtonnets, dans lesquels les granules forment deux séries longitudinales.

E. Un noyau dont les bâtonnets se dédoublent. — 1, 1, bâtonnets se divisant de leur extrémité centrale vers leur extrémité périphérique. — 2, 2, filaments protoplasmiques. — 3, 3, les sphères directrices qui se sont dédoublées à chaque pôle.

F. Même noyau dont les demi-bâtonnets, au nombre de douze pour chaque groupe, se sont séparés pour se porter de l'équateur vers les pôles. — 1, 1, ces deux groupes arrivés au pôle. — 2, filaments protoplasmiques. — 3, cellules directrices.

G. Le même noyau, dédoublé et représenté par deux noyaux plus petits. — 3, 3, les deux cellules directrices logées dans la concavité de ces noyaux.

était très fin, très contourné, diminue de longueur; il devient plus gros et circonscrit des mailles plus larges. Bientôt il offre çà et là des solutions de continuité, puis se divise en segments de plus en plus nombreux qui s'épaississant à leur tour deviennent plus apparents. Leurs granules de chromatine s'allongent dans le sens transversal; ils se divisent aussi et se disposent sur deux lignes parallèles.

A ce moment le fuseau protoplasmique ou l'*amphiaster* est complet. Les rayons qui répondent au noyau et qui s'arrêtaient d'abord sur ses limites se sont allongés; ils le traversent et prennent alors le nom de filaments protoplasmiques ou achromatiques. Comme les segments, ces filaments sont généralement au nombre de douze, les uns superficiels, les autres profonds.

A ce moment aussi le nucléole est beaucoup plus petit, il tend à disparaître; la membrane du noyau s'est ramollie, puis dissociée; le suc nucléaire se continue et se confond avec le protoplasme, dans lequel les bâtonnets pénètrent en s'avancant parfois jusqu'au voisinage de sa périphérie. Dans cette première phase, en un mot, l'*amphiaster* se constitue, le filament se divise, les bâtonnets se dispersent dans le protoplasme; c'est la période de dissociation du noyau.

Dans la phase suivante les segments s'orientent en se rapprochant de l'équateur du fuseau. Ils sont alors assez courts pour la plupart, beaucoup plus gros, incurvés ou rectilignes. Tous prennent une direction parallèle à l'équateur, se dirigeant vers son centre par une de leurs extrémités ou par le sommet de leur courbure, vers sa périphérie par l'autre extrémité. Si on les examine alors par l'un des pôles de l'*amphiaster*, on constate qu'ils sont situés dans le même plan et qu'ils convergent vers son centre. Ainsi ordonnés, ils forment la *plaque équatoriale*, qui est d'abord simple, mais qui ne tarde pas à se dédoubler, chaque bâtonnet se divisant longitudinalement.

La division commence par celle de leurs extrémités qui est tournée vers le centre de l'équateur; elle se prolonge ensuite vers l'extrémité opposée. Pendant qu'elle s'opère, les deux moitiés de chaque segment s'écartent en remontant vers celui des pôles qui leur correspond et en s'unissant à l'un des filaments de l'*amphiaster*.

Lorsque l'extrémité périphérique des bâtonnets se divise aussi, la plaque se trouve complètement dédoublée et ses deux moitiés commencent à s'écarter, puis s'éloignent rapidement en remontant de l'équateur vers les pôles du fuseau. Cette seconde phase est donc surtout caractérisée par l'orientation et la division longitudinale des bâtonnets: c'est la phase du dédoublement de la plaque équatoriale.

Dans une troisième période, les deux moitiés de la plaque s'éloignent de plus en plus du plan de l'équateur, chaque demi-bâtonnet suivant le

trajet du filament auquel il adhère. Dans les deux groupes les demi-bâtonnets suivent les méridiens du fuseau en se rapprochant comme ceux-ci, se raccourcissent, s'effilent, puis arrivent au pôle où ils s'unissent en un seul filament; en même temps le suc nucléaire reparait, le nucléole aussi, et un peu plus tard la membrane. Ainsi se forme un noyau ou plutôt deux noyaux secondaires, semblables à celui dont ils proviennent. Dans cette troisième phase les éléments dissociés se res-soudent; c'est la phase de reconstitution.

L'amphiaster devenu inutile disparaît et un autre phénomène important se produit: les sphères directrices se dédoublent, ainsi que l'a très bien démontré M. Guignard, et elles occupent la dépression qu'on remarque au-dessous d'elles sur le noyau secondaire. Lorsqu'une nouvelle bipartition aura lieu, elles s'écarteront pour aller occuper les pôles du nouvel amphiaster, et chacune d'elles s'entourera de stries rayonnantes.

Le même auteur a très nettement démontré que les cellules directrices sont tour à tour doublées sur les noyaux au repos et uniques sur un noyau en voie de division. Le premier aussi il a constaté que les filaments étendus de l'une à l'autre cellule directrice sont en nombre égal à celui des bâtonnets, nombre qui s'élève en général à douze, mais qui peut varier et varie en effet pour certaines cellules et particulièrement pour les cellules du sac embryonnaire.

Dans une quatrième et dernière phase, le protoplasme se divise à son tour en deux moitiés égales. Sa division est précédée par une ligne neutre formée aux dépens de sa partie hyaline. Une dépression se produit au niveau de celle-ci; elle se creuse de plus en plus et les deux moitiés qu'elle sépare finissent par s'isoler complètement. La cellule est alors dédoublée dans tous ses éléments, et les jeunes cellules ne diffèrent de la cellule mère que par leur moindre volume. Mais cette différence n'est que d'une courte durée. Parvenues à leurs dimensions définitives, une nouvelle bipartition succède à la première et la croissance des diverses parties du corps se poursuit par le même procédé, jusqu'au terme de l'entier développement de l'animal ou de la plante.

La division du protoplasme est le fait général, mais il comporte quelques exceptions. Dans certaines parties des végétaux et des animaux aucune limite ne sépare les cellules; le protoplasme en d'autres termes ne se divise pas; il forme une masse unique dans laquelle sont situés les noyaux. Quelquefois même il compose tout l'organisme dont la structure est dite alors continue par opposition à la structure cellulaire dite cloisonnée. — Entre ces deux structures, dont la seconde est de beaucoup la plus commune, vient s'intercaler une structure en partie cloisonnée, en partie continue.

Quelquefois les cloisons dans la structure cellulaire sont résorbées

sur certains points ; dans ce cas la structure cloisonnée fait retour en partie à la structure continue ; on réserve le nom de *symplaste* pour les parties de l'organisme dans lesquelles les protoplasmes se continuent ainsi sans que les noyaux se déplacent.

CHAPITRE IV

DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF

Dans les êtres inférieurs l'appareil de la génération n'est pas spécialisé ; toutes les parties de l'organisme sont semblables. Pour se reproduire, il leur suffit de se diviser en deux parties, lesquelles s'accroissent et se divisent à leur tour, lorsqu'elles ont atteint un volume déterminé qu'elles ne peuvent dépasser. La reproduction et la conservation des espèces a lieu alors par simple *scissiparité*.

Chez d'autres on remarque un rudiment de spécialisation ; l'appareil reproducteur a pour siège des bourgeons, ordinairement multiples, possédant seuls le privilège de donner naissance à des êtres nouveaux ; ils se reproduisent par *gemmiparité*.

Dans les êtres plus élevés en organisation, l'appareil générateur est complètement spécialisé. Il est représenté par un ovule. Mais cet ovule ne donne naissance à un être nouveau qu'à la condition d'être fécondé. Ce troisième mode de reproduction ou l'*oviparité*, est celui qu'on observe dans l'immense majorité des animaux et des végétaux. Il est resté longtemps inconnu dans ses principaux phénomènes. Aujourd'hui, grâce à la sagacité pénétrante des auteurs modernes, le voile qui recouvrait les mystères de la fécondation chez les ovipares a été soulevé, et l'étude de cette grande fonction est devenue une des plus satisfaisantes et des plus attrayantes de la biologie. — L'oviparité diffère du reste selon qu'on la considère dans les animaux ou les végétaux.

§ 1^{er}. — DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF CHEZ LES ANIMAUX.

La fécondation dans le règne animal étant le résultat de la conjonction de deux éléments, l'un fécondant et l'autre fécondé, chacun de ceux-ci appelle notre attention.

A. De l'élément fécondant ou spermatozoïde. — Les spermatozoïdes, ou *spermatozoaires*, *zoospermes*, *filaments spermatiques*, présentent d'assez notables différences dans la longue série des ovipares,

mais se composent, dans le plus grand nombre, d'une partie renflée ou *tête*, d'une partie effilée ou queue, et d'un segment intermédiaire ou segment moyen. Réunies, ces trois parties ont pu être comparées aux cellules vibratiles dont elles offrent en effet le mode de constitution et le mode d'action. La tête en est le noyau et le segment moyen le protoplasme; la queue remplit toutes les attributions d'un cil vibratile et pourrait être comparée avec plus de vérité peut-être au flagellum des infusoires. Sans action sur le segment moyen et sur le cil, le carmin rougit la tête, qui seule, dans tous les spermatozoïdes, possède la propriété de fixer les matières colorantes.

La longueur des zoospermes est très variable, mais remarquable chez tous lorsqu'on la compare à leur diamètre. Chez l'homme, elle est de 50 μ , ainsi répartis : 5 pour la tête, 6 pour le segment intermédiaire et 40 pour la queue, d'où il suit que celle-ci en représente à elle seule les quatre cinquièmes. Elle a été considérée à tort comme un simple cil; elle représente un véritable flagellum.

Les spermatozoïdes se meuvent avec rapidité; c'est toujours la tête qui marche en avant. Répandus en très grand nombre dans le liquide où ils ont pris naissance, on les voit s'agiter en tous sens, se rapprochant, se séparant, se croisant, se comportant en un mot comme s'ils obéissaient à une impulsion volontaire. Dans leurs mouvements, ils sont animés d'une remarquable force; lorsqu'ils rencontrent sur leur trajet un corpuscule, ils l'écartent et le projettent même à une certaine distance. — C'est à la température de 40 degrés qu'ils montrent le plus

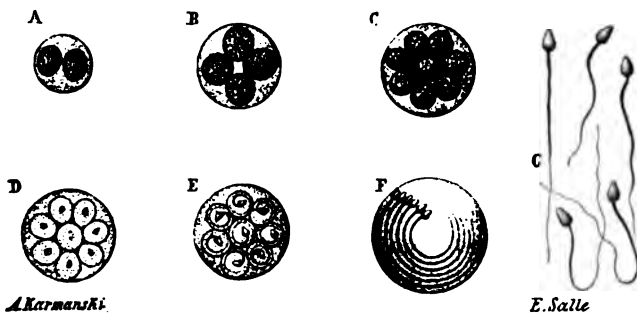


FIG. 8. — Ovules mâles, spermatozoïdes.

A. Ovule mâle ou cellule mère, contenant deux cellules filles. — B. Ovule mâle, contenant quatre cellules filles. — C. Ovule dans lequel on remarque huit cellules semblables aux précédentes. — D. Ovule dont les cellules filles offrent à leur centre une teinte plus foncée, qui représente le premier vestige de la tête des spermatozoïdes. — E. Ovule dont toutes les cellules filles contiennent un spermatozoïde enroulé. — F. Ovule représenté seulement par la cellule mère, dans laquelle sont groupés en faisceau tous les spermatozoïdes, déjà très développés. — G. Spermatozoïdes arrivés au terme de leur développement et isolés.

une simple cellule, très rapprochée de l'extrémité microscopique de la cellule et semblable à celles qui l'entourent. Mais pendant que ces dernières restent à peu près stationnaires, la première se développe et prend des proportions de plus en plus grandes. Arrivé au terme de son évolution, son noyau se divise; à cette première bipartition en vient une seconde, puis une troisième. Il se détermine ainsi sept noyaux qui se disposent en deux groupes ou tétrades, dont l'une occupe l'extrémité supérieure du sac embryonnaire et l'autre son extrémité inférieure. Des quatre noyaux de la tétrade supérieure deux reposent au sommet du sac, ce sont les synergides, adossées l'une à l'autre et destinées à disparaître; la troisième, située un peu plus bas entre les deux synergides, est l'ovosphère ou ovule. Toutes les trois sont entourées d'une mince couche de protoplasme qui se condense à leur surface pour leur former une enveloppe albumineuse très mince aussi. Les trois noyaux de la tétrade inférieure les plus rapprochés du sac sont entourés également d'une couche de protoplasme et d'une enveloppe albumineuse. Mais bientôt ils s'atrophient pour disparaître aussi. — Le noyau le plus élevé de cette tétrade marche à la rencontre du noyau le plus abaissé de la tétrade supérieure. Parvenu au centre du sac, ils s'appliquent l'un à l'autre et s'unissent. De leur union résulte le noyau secondaire, qui a pour attributions de produire l'albumine.

Des huit noyaux du sac embryonnaire il ne restait donc que deux l'existence est temporaire et non durable. Les trois autres seuls sont importants, c'est-à-dire l'ovosphère qui reproduit la nouvelle plante, puis ceux qui se réunissent pour former l'albumine, c'est-à-dire l'aliment nécessaire au premier développement de l'embryon.

3. Remarquons de l'ovosphère. — L'élément fécondant dans les plantes supérieures est représenté par le pollen. Chaque grain de pollen est une cellule. Ces cellules existent en très grand nombre dans les sacs polliniques de l'anthère. Elles ont pour point de départ des cellules mères qui ont produit plusieurs séries de cellules parmi lesquelles la plus récente se compose de grandes cellules jeunes. Chaque cellule mère produit quatre cellules filles, dont l'enveloppe cellulosique est d'abord épaisse comme celle de la cellule mère; mais les couches externes de leur enveloppe se ramollissent bientôt, se gélifient, perdent toute consistance, et les jeunes cellules devenues libres prennent alors le nom de grains de pollen. Un peu plus tard, les cellules de l'assise intérieure se gélifient aussi, puis les cellules mères subissent la même transformation; ainsi se constitue une sorte de pulpe ou de liquide nourricier dans lequel se dissolvent les grains de pollen qui augmentent peu à peu de volume à ses dépens et dont la membrane surtout s'épaissit. Par conséquent des grains de pollen s'opère à l'aide de couches suc-

cessives se déposant les unes sur la face interne de l'enveloppe cellulosique, les autres sur sa face externe. Les secondes produisent les saillies de toute forme qu'on observe sur leur périphérie, arêtes, épines, etc. L'épaississement cependant n'est jamais complet et uniforme; entre les parties plus épaisses il existe des parties minces, en général arrondies. Ce sont ces parties restées minces ou *pores* qui livrent passage aux tubes polliniques au moment de leur germination.

Un peu avant que ces tubes commencent à faire éruption, les grains de pollen se divisent en deux cellules inégales, l'une grande et arrondie, ou cellule génératrice, qui joue le rôle d'élément fécondant, et l'autre plus petite et aplatie en forme de disque, destinée à disparaître. Les deux cellules sont séparées par une cloison offrant la forme d'un verre de montre.

Arrivés à leur maturité, les grains de pollen s'échappent des sacs polliniques et tombent sur les stigmates du pistil à la surface desquels ils s'attachent, soit par leurs aspérités, soit à l'aide des poils et du liquide visqueux qui en recouvrent la surface.

Aussitôt qu'ils se trouvent en contact avec les stigmates, chacun d'eux donne naissance à un tube pollinique, le protoplasme, qui a augmenté de volume, soulevant l'un des pores du grain, et poussant au-devant de lui la membrane de cellulose. Pendant que le tube s'allonge, le noyau générateur pénètre dans sa cavité, en s'entourant d'une membrane albuminoïde. Il représente alors une cellule, laquelle se divise, en sorte que le tube contient dès son apparition deux cellules génératrices, situées l'une au-dessus de l'autre; toutes deux descendent dans le tube en se rapprochant de son extrémité inférieure. La cellule végétative pénètre également dans sa cavité et la parcourt dans la plus grande partie de sa longueur; mais elle s'atrophie et disparaît avant d'atteindre son extrémité terminale.

Restent les deux cellules génératrices qui continuent à descendre. La première seule arrivera jusqu'à l'oosphère pour la féconder.

Le tube pollinique parvenu au micropyle du nucelle le traverse, ainsi que le canal micropylaire, s'applique à l'extrémité supérieure du sac embryonnaire qui se ramollit, comme la partie correspondante du tube, pénètre dans sa cavité en passant entre les deux synergides ou à travers celles-ci et arrive au contact de l'oosphère. Deux sphères directrices le précèdent, et deux autres surmontent l'ovule.

Chacune des sphères de la cellule mâle se superpose à la sphère sous-jacente de l'oosphère; de là deux couples, l'un droit et l'autre gauche. Ils s'écartent. La cellule fécondante et la cellule qui va être fécondée peuvent alors se juxtaposer; celle-ci s'atrophie, puis se

de vivacité. A 20 degrés ils cessent de se mouvoir. L'eau froide les tue; l'étincelle électrique les foudroie. Les acides modèrent ou paralysent leurs mouvements, ainsi que l'urine, qui agit sur eux à la manière des acides. Tous les liquides alcalins suffisamment dilués leur sont au contraire favorables. Dans le sang des règles ils conservent toute leur énergie motrice.

Les spermatozoïdes ont été considérés d'abord comme de véritables animalcules; telle était l'opinion de Leeuwenhoek, adoptée par Spallanzani. Mais leur organisation est en réalité très simple; ils sont constitués par une substance homogène, hyaline, comparable à celle qui forme toutes les autres cellules, et en apparence d'une simplicité plus grande encore.

Le mode de développement des spermatozoïdes est resté longtemps inconnu. Ils prennent naissance dans les cellules sphériques de l'épithélium des conduits séminifères, cellules qui se séparent les unes des autres pour flotter ensuite dans la cavité de ces conduits. Elles avaient reçu les noms de cellules spermatiques, de spermatoblastes. Ch. Robin, pour rappeler la grande analogie qu'elles présentent avec l'ovule femelle, les a appelées *ovules mâles*.

Réduits longtemps aux plus minimes dimensions, les ovules mâles s'accroissent rapidement au moment de la puberté. On les trouve alors répandus en grand nombre dans les conduits séminifères, où ils se montrent à toutes les périodes de leur évolution, les uns encore à l'état embryonnaire, les autres complètement développés. Chez l'homme, dans le canal de l'épididyme, on n'observe le plus habituellement que des spermatozoïdes isolés ou groupés en faisceaux. Dans le canal déférent leur isolement se complète; ils se disposent en groupes irréguliers, mais ne possèdent encore que de faibles mouvements, par suite de l'insuffisance et de la viscosité du liquide qui leur sert de véhicule. Ce n'est que dans les vésicules séminales qu'ils acquièrent toute la liberté et toute la vivacité de leurs mouvements.

Les ovules mâles, comme toutes les cellules, contiennent une petite masse protoplasmique et un noyau. Celui-ci se divise ainsi que le protoplasme environnant; de là deux cellules secondaires ou cellules filles; et la bipartition continuant, le nombre des cellules filles s'élève à quatre, huit et jusqu'à douze, qui remplissent la cavité de la cellule mère.

Sur chacune des cellules secondaires on remarque bientôt une portion plus opaque, ovoïde, c'est la tête du futur spermatozoïde. Presque aussitôt se montre une partie filiforme, curviligne, appliquée à la paroi de la cellule; elle représente son second et son troisième segment. Lorsque les cellules filles ont atteint un certain développement, leur enveloppe est résorbée; elles deviennent alors libres, se

à résoudre complètement un problème dont la solution déjà si avancée fait tant d'honneur à la science moderne.

§ 2. — DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF CHEZ LES PHANÉROGAMES.

Dans les plantes de l'ordre le plus élevé, trois principaux phénomènes se rattachent au développement de l'œuf : 1° la formation de l'oosphère ou ovule ; 2° sa fécondation ; 3° sa croissance après la fécondation.

A. **Formation de l'oosphère.** — L'ovule dans les phanérogames prend naissance dans le sac embryonnaire. Celui-ci à son apparition est

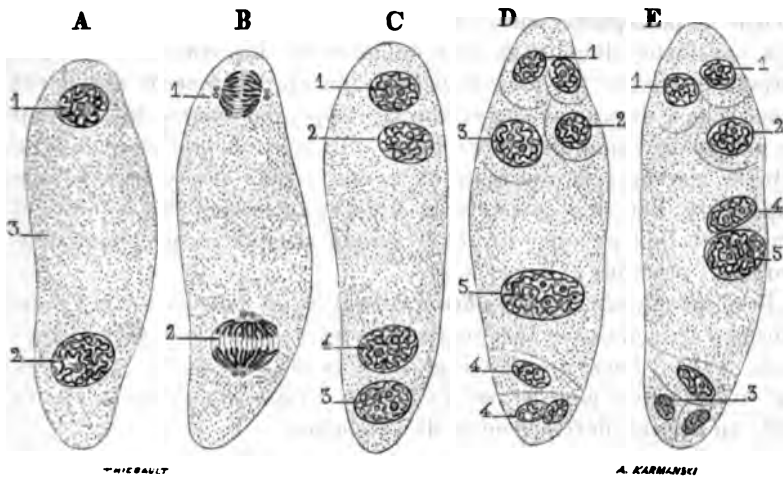


FIG. 9. — Sac embryonnaire des phanérogames, formation de l'oosphère et du noyau qui produira l'albumen.

A. Sac contenant deux noyaux provenant de la bipartition du noyau primaire. — 1, noyau supérieur. — 2, noyau inférieur, un peu plus gros que le précédent. — 3, protoplasme commun à ces deux noyaux.

B. Même sac, dans lequel les deux noyaux qui précèdent sont en voie de bipartition. — 1, 2, les mêmes noyaux, dont l'un se divise dans le sens vertical et l'autre dans le sens transversal.

C. Sac contenant quatre noyaux. — 1, noyau qui donnera naissance aux deux synergides. — 2, noyau qui donne naissance à l'oosphère et au noyau qui participera à la formation du noyau secondaire. — 3, noyau aux dépens duquel se formeront les trois antipodes. — 4, noyau qui contribuera à former le noyau secondaire du sac.

D. Sac contenant huit noyaux groupés en deux tétrades. — 1, les deux synergides. — 2, l'oosphère. — 3, noyau supérieur du noyau secondaire. — 4, 4, les trois antipodes — 5, noyau qui contribuera à former le noyau secondaire.

E. Sac dans lequel les huit noyaux ont pris chacun leur place définitive. — 1, les deux synergides. — 2, l'oosphère. — 3, les trois antipodes. — 4, 5, les deux noyaux venus, l'un de la tétrade supérieure, l'autre de la tétrade inférieure; ils sont arrivés au contact et vont se fusionner pour former le noyau secondaire.

une simple cellule, très rapprochée de l'extrémité micropylaire du nucelle et semblable à celles qui l'entourent. Mais, pendant que ces dernières restent à peu près stationnaires, la précédente se développe et prend des proportions de plus en plus grandes. Arrivée au terme de son évolution, son noyau se divise; à cette première bipartition en succède une seconde, puis une troisième. De là huit noyaux qui se disposent en deux groupes ou tétrades, dont l'un occupe l'extrémité supérieure du sac embryonnaire et l'autre son extrémité inférieure. Des quatre noyaux de la tétrade supérieure deux répondent au sommet du sac, ce sont les *synergides*, adossées l'une à l'autre et destinées à disparaître; la troisième, située un peu plus bas entre les deux synergides, est l'oosphère ou ovule. Toutes les trois s'entourent d'une mince couche de protoplasme qui se condense à leur surface pour leur former une enveloppe albuminoïde très mince aussi. Les trois noyaux de la tétrade inférieure les plus rapprochés du sac s'entourent également d'une couche de protoplasme et d'une enveloppe albuminoïde. Mais bientôt ils s'atrophient pour disparaître aussi. — Le noyau le plus élevé de cette tétrade marche à la rencontre du noyau le plus abaissé de la tétrade supérieure. Parvenus au centre du sac, ils s'appliquent l'un à l'autre et s'unissent. De leur union résulte le *noyau secondaire*, qui a pour attribution de produire l'albumine.

Des huit noyaux du sac embryonnaire il en est donc cinq dont l'existence est temporaire et très courte. Les trois autres seuls sont importants, d'abord l'oosphère qui reproduira la nouvelle plante, puis ceux qui se fusionnent pour former l'albumen, c'est-à-dire l'aliment nécessaire au premier développement de l'embryon.

B. Fécondation de l'oosphère. — L'élément fécondant dans les plantes supérieures est représenté par le pollen. Chaque grain de pollen est une cellule. Ces cellules naissent en très grand nombre dans les sacs polliniques de l'anthere. Elles ont pour point de départ des cellules mères qu'entourent plusieurs assises de cellules parmi lesquelles la plus interne se compose de grandes cellules jaunes. Chaque cellule mère produit quatre cellules filles, dont l'enveloppe cellulosique est d'abord épaisse comme celle de la cellule mère; mais les couches externes de leur enveloppe se ramollissent bientôt, se gélifient, perdent toute consistance, et les jeunes cellules devenues libres prennent alors le nom de *grains* de pollen. Un peu plus tard, les cellules de l'assise interne se gélifient aussi, puis les cellules mères subissent la même transformation; ainsi se constitue une sorte de pulpe ou de liquide nourricier dans lequel se disséminent les grains de pollen qui augmentent peu à peu de volume à ses dépens et dont la membrane surtout s'épaissit.

L'épaississement des grains de pollen s'opère à l'aide de couches suc-

cessives se déposant les unes sur la face interne de l'enveloppe cellulosique, les autres sur sa face externe. Les secondes produisent les saillies de toute forme qu'on observe sur leur périphérie, arêtes, épines, etc. L'épaississement cependant n'est jamais complet et uniforme; entre les parties plus épaisses il existe des parties minces, en général arrondies. Ce sont ces parties restées minces ou *pores* qui livrent passage aux tubes polliniques au moment de leur germination.

Un peu avant que ces tubes commencent à faire éruption, les grains de pollen se divisent en deux cellules inégales, l'une grande et arrondie, ou cellule génératrice, qui joue le rôle d'élément fécondant, et l'autre plus petite et aplatie en forme de disque, destinée à disparaître. Les deux cellules sont séparées par une cloison offrant la forme d'un verre de montre.

Arrivés à leur maturité, les grains de pollen s'échappent des sacs polliniques et tombent sur les stigmates du pistil à la surface desquels ils s'attachent, soit par leurs aspérités, soit à l'aide des poils et du liquide visqueux qui en recouvrent la surface.

Aussitôt qu'ils se trouvent en contact avec les stigmates, chacun d'eux donne naissance à un tube pollinique, le protoplasme, qui a augmenté de volume, soulevant l'un des pores du grain, et poussant au-devant de lui la membrane de cellulose. Pendant que le tube s'allonge, le noyau générateur pénètre dans sa cavité, en s'entourant d'une membrane albuminoïde. Il représente alors une cellule, laquelle se divise, en sorte que le tube contient dès son apparition deux cellules génératrices, situées l'une au-dessus de l'autre; toutes deux descendent dans le tube en se rapprochant de son extrémité inférieure. La cellule végétative pénètre également dans sa cavité et la parcourt dans la plus grande partie de sa longueur; mais elle s'atrophie et disparaît avant d'atteindre son extrémité terminale.

Restent les deux cellules génératrices qui continuent à descendre. La première seule arrivera jusqu'à l'oosphère pour la féconder.

Le tube pollinique parvenu au micropyle du nucelle le traverse, ainsi que le canal micropylaire, s'applique à l'extrémité supérieure du sac embryonnaire qui se ramollit, comme la partie correspondante du tube, pénètre dans sa cavité en passant entre les deux synergides ou à travers celles-ci et arrive au contact de l'oosphère. Deux sphères directrices le précèdent, et deux autres surmontent l'ovule.

Chacune des sphères de la cellule mâle se superpose à la sphère sous-jacente de l'oosphère; de là deux couples, l'un droit et l'autre gauche. Ils s'écartent. La cellule fécondante et la cellule qui va être fécondée peuvent alors se juxtaposer; celles-ci se pénètrent, puis se

fusionnent; les deux sphères directrices se fusionnent également de chaque côté. Les choses se passent en un mot comme chez les animaux.

C. Croissance de l'osphère. — Après sa fécondation, l'ovule se trouve en contact avec l'albumen, substance nutritive à laquelle il

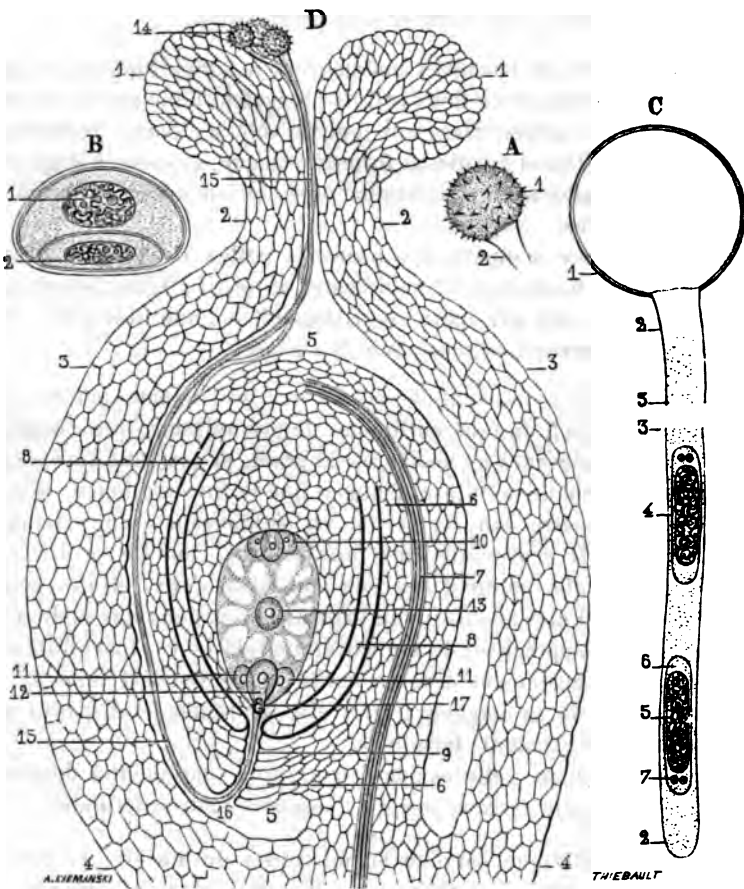


FIG. 10. — Mécanisme de la fécondation dans les phanérogames.

A. Un grain de pollen. — 1, surface de ce grain hérissée de saillies épineuses. — 2, origine de son tube pollinique.

B. Coupe de ce même grain en voie de germination. — 1, sa cellule génératrice. — 2, sa cellule végétative, séparée de la précédente par une cloison offrant la courbure d'un verre de montre.

C. Tube pollinique dont la plus grande partie a été excisée au-dessus de la cellule génératrice dédoublée. — 1, cavité du grain de pollen, dont les deux cellules sont sorties. — 2, 2, son tube. — 3, 3, solution de continuité répondant à la partie du

emprunte les éléments nécessaires à son premier développement. Il commence alors à croître et parcourt ainsi une série de phases qui le transforment rapidement en embryon.

Comment se produit l'albumen? Il a pour origine le noyau secondaire du sac embryonnaire. Nous avons vu que ce noyau résulte de la réunion de deux noyaux plus petits dont l'un vient de la tétrade supérieure et l'autre de la tétrade inférieure. Il occupe le centre du sac et se trouve entouré d'une large masse protoplasmique; il représente donc une cellule, c'est la *cellule mère de l'albumen*. Par une longue série de bipartitions successives, celle-ci donne naissance à de nombreuses cellules qui remplissent le sac en s'élevant jusqu'à l'oosphère fécondée. Les plus élevées se ramollissent pour lui fournir des suc nutritifs qu'elle absorbe. A mesure que les cellules sous-ovulaires disparaissent, l'ovule descend dans l'albumen et reste en rapport avec l'organe dans lequel il puise les éléments de son évolution. Ainsi s'opère sa croissance pendant laquelle la cellule primitive qui le représentait ou l'oosphère subit elle-même une longue série de bipartitions correspondantes à celles du noyau secondaire. — Lorsque la provision ou réserve nutritive du sac embryonnaire est épuisée, l'ovule représente un embryon qui pourra continuer de croître, s'il trouve autour de lui les conditions nécessaires à son développement, et qui passera dans le cas contraire à l'état de vie latente.

D. Parallèle des mammifères et des phanérogames au point de vue de la fécondation de l'œuf. — L'œuf se développe dans les plantes les plus perfectionnées comme chez les animaux de l'ordre le plus élevé. De part et d'autre la fécondation est le résultat de la fusion de deux noyaux provenant de sexe différent. D'un côté le noyau mâle est représenté par le spermatozoïde, de l'autre par la cellule génératrice du grain de pollen. Le spermatozoïde pénètre dans l'ovule, comme le contenu du grain de pollen pénètre dans l'oosphère.

Des deux côtés l'élément fécondant est précédé de deux sphères directrices, et l'élément qui va être fécondé de deux sphères semblables qui se fusionnent aussi deux à deux, en sorte que ce ne sont pas seule-

tube qui a été excisée. — 4, cellule génératrice supérieure surmontée de deux cellules directrices. — 5, cellule génératrice inférieure. — 6, son protoplasme. — 7, les deux cellules directrices qui la précèdent.

D. Fécondation de l'oosphère par la cellule génératrice du tube pollinique. — 1, 1, stigmat. — 2, 2, style. — 3, 3, ovaire. — 4, 4, son extrémité inférieure. — 5, 5, nucelle. — 6, 6, sa tunique externe. — 7, ses vaisseaux. — 8, 8, sa tunique interne. — 9, canal micropylaire. — 10, les trois antipodes du sac embryonnaire. — 11, 11, les deux synergides. — 12, l'oosphère. — 13, le noyau secondaire entouré par une masse protoplasmique dans laquelle on remarque de nombreuses vacuoles. — 14, grains de pollen. — 15, 15, tube pollinique dont l'extrémité terminale traverse le canal micropylaire. — 17, cellule génératrice arrivée au contact de l'oosphère.

ment les noyaux qui s'unissent, mais aussi les protoplasmes. La fusion est donc complète. Les deux sexes prennent une part égale à la constitution de l'être nouveau, et par conséquent une part égale aussi à la transmission des qualités héréditaires.

L'analogie se montre avec évidence non seulement dans le mécanisme de la fécondation, mais dans les phénomènes qui la précèdent et dans ceux qui la suivent.

Chez les mammifères, que se passe-t-il avant la formation et la juxtaposition des deux pronucléi ? L'élément fécondant parcourt un long conduit, l'utérus et les trompes, pour aller à la rencontre de l'ovule. De même dans les phanérogames l'élément mâle parcourt un long canal, le tube pollinique, pour arriver jusqu'à l'oosphère.

Après la fécondation, les phénomènes qui se produisent sont-ils différents ? Non ; chez les animaux, l'ovule fécondé s'attache aux parois de l'utérus ou des trompes pour y puiser les éléments qui le transformeront en embryon ; de même aussi, dans les plantes, l'oosphère entre en rapport intime avec l'albumen qui joue à son égard un rôle absolument semblable, celui d'organe nutritif.

Si différents qu'ils paraissent au premier aspect, le règne animal et le règne végétal se rapprochent donc par une grande analogie, soit dans leur constitution élémentaire, soit dans leur mode de reproduction, lorsqu'on les compare entre eux dans leurs représentants les plus perfectionnés.

En descendant l'échelle animale et l'échelle végétale cette analogie se maintient-elle ou s'efface-t-elle ? Elle se maintient, ainsi que nous pourrions facilement le reconnaître en comparant sous ce point de vue les animaux ovipares aux cryptogames vasculaires, aux muscinées et même aux thalophytes. — Nous verrions dans les fougères, qui forment le groupe le plus important des cryptogames, des sporanges se produire sur la face inférieure des feuilles, les spores tomber sur le sol, chacune d'elles donner naissance à une plante rudimentaire et lamelliforme, le *prothalle*, sous la face inférieure de laquelle apparaissent les anthéridies et les archégonies. Des anthéridies sortent les anthérozoïdes conformés sur le même type que les spermatozoïdes ; ils marchent à la recherche des oosphères qui ont pour siège les archégonies, puis les fécondent comme la cellule génératrice des phanérogames féconde l'oosphère du sac embryonnaire. Ici une phase supplémentaire s'ajoute à l'acte principal de la fécondation ; ce n'est pas la spore qui donne naissance à l'être nouveau, mais le prothalle, issu de la spore. Le mécanisme de la fécondation est un peu moins simple ; il reste analogue cependant et très comparable à celui que nous avons observé chez les phanérogames.

En descendant plus bas encore, nous pourrions remarquer aussi que dans les muscinées les phénomènes de la reproduction s'opèrent à l'aide des mêmes organes, les anthéridies et les archégonies, c'est-à-dire par la rencontre des anthérozoïdes et des oosphères.

Au bas de l'échelle, dans les thalophytes, on retrouve encore les mêmes éléments qui président en définitive à la conservation des espèces dans toute la série des corps organisés.

De l'association des systèmes, des organes et des appareils.

Nous savons déjà que les systèmes sont des groupes de parties similaires. Quelques exemples suffiront pour confirmer cette définition et pour donner une notion très nette de ces divers groupes. Tous les os sont semblables au point de vue de leur structure; ils forment bien manifestement un groupe de parties similaires: il y a donc un système osseux. Tous les cartilages sont semblables aussi; ils forment un second groupe de parties similaires: c'est le système cartilagineux. En passant en revue les muscles, les artères, les veines, les vaisseaux lymphatiques, etc., nous verrions apparaître autant de nouveaux groupes de parties similaires, et par conséquent autant de systèmes qui prendraient les noms de système musculaire, de système artériel, de système veineux, etc. C'est donc bien à tort que les systèmes ont été méconnus et délaissés dans un oubli que rien ne justifie.

Les systèmes se combinent deux à deux, trois à trois, quatre à quatre pour former les organes simples. Ainsi, dans une artère, le système conjonctif et le système élastique se mélangent pour former sa tunique externe; le système élastique s'unit au tissu musculaire pour former sa tunique moyenne; il s'unit au tissu épithélial pour former sa tunique interne. Chaque tube artériel comprend donc dans sa composition au moins quatre systèmes; c'est un organe par conséquent, mais un organe simple. Il en est de même des veines, des vaisseaux lymphatiques et de la plupart des conduits excréteurs.

De l'association de ces organes simples résultent des organes de plus en plus composés: nous verrons que les tendons, les ligaments, les aponévroses sont des organes déjà très composés; la peau et les muqueuses sont plus composées encore; le rein, le foie, le poumon comprennent dans leur composition toute une agglomération d'organes simples dont le nombre peut s'élever jusqu'à dix ou douze.

Après s'être ainsi compliqués de plus en plus, les organes se partagent en plusieurs groupes remplissant chacun une fonction différente; ces groupes constituent autant d'appareils.

Les appareils se groupent à leur tour pour atteindre aussi un but déterminé. Par l'un de ces groupes, nous entrons en relation avec le monde extérieur; le second tient sous sa dépendance la vie de l'individu; le troisième a pour destination de perpétuer la vie de l'espèce.

Les appareils de la vie de relation sont au nombre de trois : l'appareil de l'innervation, l'appareil de la locomotion, l'appareil des sensations. — Les appareils qui président à la vie de l'individu sont plus nombreux; ce groupe comprend : les appareils de la digestion, de l'absorption, de la circulation, de la respiration et de l'urination. — Les appareils préposés à la vie de l'espèce sont ceux de la génération, répartis sur deux individus de sexe différent. Chacun de ces appareils possède une force qui lui est propre. La vie animale est la résultante de toutes ces forces.

La vie végétale repose sur un mécanisme plus simple. Elle est desservie par des éléments, des tissus et des systèmes. Les vaisseaux ligneux représentent un groupe de parties similaires, les vaisseaux criblés forment un groupe du même ordre; toutes les parties vertes, toutes les feuilles sont aussi des parties similaires. Je vois partout dans les végétaux des systèmes; je ne vois nulle part un véritable appareil. Chez eux les trois appareils de la vie de relation font défaut. En considérant avec attention les appareils de la vie individuelle et de la vie de l'espèce, il serait facile de les ramener aussi à de simples systèmes. Mais le moment n'est pas venu encore d'aborder les considérations de ce genre. Nous les reprendrons en temps plus opportun. Revenons aux systèmes.

Chaque système diffère de tous les autres par des caractères qui lui sont propres. Chacun d'eux par conséquent doit être considéré en lui-même, c'est-à-dire dans ses attributs extérieurs, dans sa structure, dans son développement, dans ses propriétés.

Nous avons vu que le nombre des systèmes ne saurait être rigoureusement déterminé, mais qu'on peut l'évaluer cependant d'une manière très approximative en se fondant sur la méthode naturelle, qui prend en considération pour chaque système l'ensemble de ses principaux attributs.

Nous décrirons successivement ces divers systèmes dans l'ordre où ils ont été énumérés. Les faits sur lesquels est fondée leur étude ayant été observés, pour la plupart, avec une méthode nouvelle, quelques-uns étant nouveaux et d'autres différant beaucoup sur certains points des opinions généralement adoptées, un article spécial, rejeté à la fin de leur description, mentionnera tous les procédés à mettre en usage pour vérifier et contrôler les uns et les autres.

SYSTÈME CONJONCTIF

Le système conjonctif ou connectif a été décrit par Bichat sous le nom de *système cellulaire*, les lamelles qui à ses yeux le composaient s'entre-croisant pour former des aréoles communiquant entre elles. Ch. Robin, qui considérait avec raison ces aréoles comme artificielles, mais les lamelles comme réelles, l'appelait *système lamineux*. Mais ces lamelles, comme les aréoles, sont le résultat des procédés employés pour les voir. Ce système n'est donc ni aréolaire ni lamineux. Nous verrons qu'il est formé de cellules et de faisceaux. Les noms de *système conjonctif*, de *système connectif* qui expriment une de ses principales attributions et qui ne définissent pas sa structure, sont donc ceux qui méritent la préférence et que nous adopterons.

Le système conjonctif se distingue au premier aspect de tous les autres par sa transparence, par son apparente homogénéité, par sa mollesse et son extrême laxité qui lui permet de se déplacer, de s'allonger, de revenir ensuite à sa situation et à ses dimensions, sans subir la moindre modification dans ses attributs caractéristiques.

Comparé aux tendons, aux aponévroses, aux ligaments, en un mot au système fibreux, il en diffère étrangement. Mais comme il prend une part importante à la composition de ces organes, tous les histologistes sont unanimes pour les rattacher au système conjonctif, qui se présenterait ainsi sous deux états très différents : à l'état mou ou rarefié, caractérisé surtout par la laxité des faisceaux qui le composent, et à l'état dur, caractérisé au contraire par la condensation de ces mêmes faisceaux.

Dans l'état actuel de la science il existerait donc un système conjonctif lâche et un système conjonctif condensé. En comparant ces deux systèmes nous pourrions constater que, s'ils se rapprochent sur un point, ils diffèrent sur tous les autres. Mais ce parallèle supposant la connaissance préalable de l'un et de l'autre, nous nous occuperons d'abord du système conjonctif lâche et exclusivement de celui-ci.

Le système conjonctif est surtout caractérisé par son extrême mollesse, par sa grande diffusion, par les variétés de sa forme et la multiplicité de ses rapports ou connexions. Après l'avoir envisagé sous ces divers

points de vue, nous aborderons l'étude de sa structure, que la méthode des dissociations, beaucoup mieux que les deux autres, met très facilement en pleine lumière; puis nous dirons quelques mots de ses propriétés, de son développement et de sa destination.

CHAPITRE PREMIER

§ 1^{er}. — DIFFUSION, MORPHOLOGIE DU SYSTÈME CONJONCTIF.

Aucun système n'est aussi répandu dans l'économie que le système conjonctif. On le rencontre dans toutes les parties du corps. Il entoure les autres systèmes, pénètre dans leur épaisseur et prend une part plus ou moins importante à leur structure. La plupart des organes en reçoivent une enveloppe, que Bordeu appelait leur atmosphère celluleuse; et non seulement il recouvre leur périphérie, mais fournit à chacune de leurs parties constituantes une enveloppe secondaire de plus en plus mince. Très abondant dans certaines régions, on le voit se réduire sur d'autres à un tel degré de ténuité qu'il semble disparaître. Dans quelques parties, rien en effet n'accuse sa présence, tel est, par exemple, le système nerveux central; mais la méthode des dissociations nous montre que son absence n'est qu'apparente.

On peut donc le considérer comme une trame dans laquelle toutes les parties de l'organisme sont comme ensevelies, les entourant, les pénétrant de toutes parts et leur formant à toutes un lien commun. Cette extrême diffusion est sans contredit un de ses attributs les plus remarquables. Aucun des autres systèmes ne présente un tel caractère de généralisation. Il entre ainsi comme facteur, et comme facteur important dans la constitution de chacun d'eux, et dans celle de presque tous les organes de l'économie.

Partout présent, s'insinuant jusque dans les intervalles les plus minimes, remplissant les espaces qui séparent les moindres fibrilles, les moindres particules de l'organisation, le système conjonctif rattache les unes aux autres toutes les parties et particules avec lesquelles il se trouve en contact; et en les unissant il les sépare; de là, pour chacune d'elles, une indépendance favorable au libre exercice de leurs fonctions. En outre, il sert de substratum aux vaisseaux qui cheminent dans son épaisseur et aux vésicules adipeuses. En doublant et triplant son épaisseur sur les points où il ne suffirait pas pour remplir tous les vides, celles-ci ajoutent leur mollesse à la sienne pour le rendre plus lâche et plus mobile encore.

Considéré dans son mode de configuration, le système conjonctif

échappe à toute définition ; s'allongeant, s'amincissant, se rétractant, se modifiant sans cesse, passant par les états les plus divers, il ne possède pas, en réalité, de forme qui lui soit propre. On pourrait le comparer à une sorte de fluide, se prêtant comme celui-ci à tous les déplacements que lui imprime le jeu des parties entre lesquelles il est situé.

Cependant, comme il est composé de faisceaux et fascicules, comme ces faisceaux et fascicules de dimensions microscopiques s'allongent, se raccourcissent, se superposent, s'entre-croisent de mille manières, on peut dire qu'il offre l'aspect d'une trame filamenteuse, quelquefois très apparente, souvent assez obscure ou même insaisissable dans ses manifestations, son aspect variant beaucoup selon les parties du corps dans lesquelles on l'examine.

§ 2. — CONNEXIONS DU SYSTÈME CONJONCTIF.

Les rapports de ce système sont si multipliés et ses connexions si intimes avec tous les organes qu'il serait difficile de les exposer en termes généraux.

Il se comporte différemment selon qu'on le considère sur les systèmes de forme membraneuse, ou sur les systèmes de forme cylindrique, selon qu'on l'étudie sur la périphérie des organes ou dans leur épaisseur. Ses rapports et connexions diffèrent aussi selon les régions, selon les individus et aux divers âges de la vie.

A. — Du système conjonctif à forme membraneuse.

Plusieurs systèmes affectent la forme de membrane, tels sont le système cutané, le système muqueux, le système séreux ; de là autant de variétés que représentent le tissu conjonctif sous-cutané, le tissu sous-muqueux, le tissu sous-séreux.

a. Tissu conjonctif sous-cutané. — C'est au-dessous de la peau que le système conjonctif revêt ses plus larges dimensions et ses attributs les plus caractéristiques. Réuni aux cellules graisseuses et confondu avec celles-ci, il constitue le *pannicule adipeux*. Comme la peau, il prend la forme d'une membrane, qui adhère à celle-ci par sa face externe et aux parties sous-jacentes par sa face interne. Ces deux surfaces diffèrent très notablement. — La première se continue avec le derme, qui envoie dans son épaisseur une foule de prolongements d'une remarquable densité, lesquels s'unissent en s'entre-croisant ; elle est donc assez dense aussi, plus résistante, et participe en partie de la structure de la peau dont elle forme en réalité une dépendance : c'est

la *couche superficielle du fascia transversalis*. — La seconde n'adhère que très faiblement aux parties sous-jacentes; elle est mince, beaucoup plus délicate, d'aspect filamenteux; c'est la *couche profonde* du même fascia. — Entre l'une et l'autre cheminent des artères, des veines, les lymphatiques émanés de la peau, et des rameaux et ramuscules nerveux. C'est entre ces deux lames aussi que se déposent les vésicules contribuant à former le pannicule adipeux.

Le tissu conjonctif sous-cutané n'affecte pas la même disposition dans toute son étendue; c'est particulièrement sur le tronc qu'il se montre sous la forme du fascia transversalis. Sur les membres les trois plans qui composent ce fascia sont encore bien apparents à leur origine, mais ils s'atténuent de plus en plus à mesure qu'on se rapproche de leur extrémité terminale. Sur l'appareil génital on le chercherait vainement; le tissu conjonctif se trouve représenté sur la verge, sur le scrotum, sur les grandes et petites lèvres, par une trame filamenteuse molle et humide que les divers liquides, sang, sérosité, urine, pénètrent facilement en s'infiltrant dans ses mailles. Sur le cou et la tête ce tissu est plus abondant, mais non décomposable en plusieurs plans.

Dans toutes les régions il se laisse aussi très facilement envahir par l'air atmosphérique et les différents gaz injectés dans sa trame. Dans les abattoirs on l'insuffle si complètement que l'air, après l'avoir envahi de toutes parts, s'insinue du tissu conjonctif sous-cutané dans les parties profondes, au point de pénétrer jusque dans les viscères. C'est alors que le tissu conjonctif prend la forme aréolaire qui avait si complètement trompé Bichat et tant d'autres observateurs. Dans l'emphysème il se comporte de même; et de même aussi dans l'œdème.

b. Tissu conjonctif sous-muqueux. — Cette seconde variété est loin d'offrir la même importance que la précédente. Le tissu conjonctif sous-cutané ne fait défaut nulle part; son étendue est égale à celle de la peau. Le tissu conjonctif sous-muqueux est beaucoup plus limité; on ne le rencontre pas au-dessous de la muqueuse buccale, au-dessous de la muqueuse vaginale et utérine, au-dessous de la muqueuse respiratoire; et s'il apparaît sur certains points de celles-ci, c'est seulement à l'état de simple vestige, en sorte que toutes ces muqueuses adhèrent étroitement aux parties dont elles dépendent. Mais le tissu sous-muqueux se montre en couche bien distincte sous les muqueuses œsophagienne et stomacale, d'où l'extrême facilité avec laquelle ces membranes se plissent et se déplissent. Il devient plus rare et un peu plus dense dans l'intestin grêle et le gros intestin.

Le tissu sous-muqueux est traversé comme le tissu sous-cutané par des artérioles qui se rendent à la tunique muqueuse, par les veicules et les lymphatiques qui en partent. Sur certains points il se distingue aussi

par l'abondance des ganglions nerveux qu'il contient et des filets qui unissent ces ganglions, souvent désignés sous le nom de ganglions d'Auerbach. C'est surtout dans l'estomac et le tube intestinal que le tissu sous-muqueux devient riche en vaisseaux et en nerfs.

Comme le tissu conjonctif sous-cutané, le tissu sous-muqueux est remarquable par la facilité avec laquelle il s'infiltré de sérosité.

c. Tissu conjonctif sous-séreux. — Il offre une disposition inverse sur la séreuse encéphalo-médullaire et sur les séreuses du tronc. Autour du centre nerveux la séreuse adhère de la manière la plus intime à la dure-mère; dans le tronc, les séreuses adhèrent au contraire aux viscères sous-jacents. Dans le crâne c'est au-dessous du feuillet viscéral que se concentre en couche épaisse et lâche le tissu conjonctif; dans le thorax et l'abdomen c'est au-dessous du feuillet pariétal qu'on le rencontre. Son caractère du reste varie assez notablement selon les points qu'il occupe, conservant toute sa mollesse sur quelques-uns, devenant plus dense et plus serré sur d'autres; ainsi les plèvres adhèrent beaucoup plus au diaphragme qu'aux parois costales, et le péritoine beaucoup plus aussi à ce muscle qu'aux parois abdominales. Dans les points où les séreuses du tronc se replient pour s'adosser à elles-mêmes, le tissu conjonctif sous-séreux retrouve toute la laxité qui lui est propre dans la plupart des organes.

B. — Du système conjonctif à forme cylindrique.

Parmi les systèmes de forme arrondie et cylindrique, les plus importants se rattachent à l'appareil de la circulation et sont représentés par les artères, les veines, les vaisseaux lymphatiques. D'autres sont constitués par les conduits excréteurs. Dans ce groupe on peut faire rentrer aussi les cordons nerveux.

a. Tissu conjonctif péri-artériel. — Sur les tubes artériels le tissu conjonctif revêt au plus haut degré tous ses attributs distinctifs. Mais il possède en outre quelques caractères qui lui sont propres. La couche qu'il forme est plus épaisse; elle est plus molle; son extensibilité est plus grande. Lorsqu'on soumet à une élongation forcée les trois tuniques du vaisseau, les profondes, plus fragiles, se déchirent; la superficielle, très molle, s'allonge, s'effile en formant un double cône, puis se rompt au sommet de ceux-ci qui se rétractent aussitôt en fermant la lumière du vaisseau, d'où un obstacle à l'effusion du sang.

Cette couche conjonctivale péri-artérielle adhère d'une manière très intime à la couche sous-jacente; lorsque, après l'avoir immergée dans l'acide sulfurique, on la soumet à l'ébullition dans ce même acide plus étendu, elle se rétracte en formant une sorte de bourrelet.

Son épaisseur n'est pas proportionnelle au calibre des artères. Elle se montre notablement plus mince sur les grosses artères, et plus épaisse sur les vaisseaux de moyen calibre. — Sa longueur est beaucoup moins grande que celle des tuniques plus profondes; elle disparaît avant celles-ci, en sorte que l'artère, composée d'abord de trois tuniques, se réduit à deux, puis à une seule au moment où elle se termine.

b. Tissu conjonctif péri-veineux. — Il est aujourd'hui généralement et même universellement admis que le tissu conjonctif prend une part plus importante à la structure des veines qu'à la structure des artères. Sur celles-ci, il s'arrête aux limites de la tunique moyenne sans pénétrer jamais dans son épaisseur. Sur les veines, il s'avancerait au contraire jusque dans l'épaisseur de la tunique musculaire. Nous verrons que sur les veines dont la tunique moyenne est exclusivement formée de fibres circulaires, il ne franchit pas les limites de celle-ci; c'est seulement sur les veines dont la couche musculaire comprend un plan profond ou circulaire et un plan superficiel ou longitudinal qu'on le voit se mêler aux fibres du second plan.

c. Tissu conjonctif péri-lymphatique. — La gaine qui entoure les vaisseaux lymphatiques est si mince qu'elle a été longtemps contestée. Son existence cependant est certaine. Son épaisseur est même relativement plus grande que sur les artères et les veines. Elle contient aussi un nombre très considérable de fibres élastiques. Comme dans ces dernières, on y remarque des cellules adipeuses souvent réunies par groupes ou amas de volume divers.

La gaine conjonctivale de ces vaisseaux s'unit étroitement à leur tunique musculaire que nous étudierons plus loin et qui s'étend comme elle de leur extrémité initiale à leur partie terminale.

d. Gaine conjonctivale des conduits excréteurs et des cordons nerveux. — Parmi les conduits excréteurs ceux qui sont libres dans leur trajet, comme le canal déférent, le canal cholédoque, le conduit de Warthon, le conduit de la glande parotide et les uretères, sont pourvus d'une couche bien évidente de tissu conjonctif qui leur adhère assez intimement, mais très faiblement aux parties voisines.

Les conduits qui cheminent à l'intérieur des glandes, comme le canal pancréatique, possèdent une gaine semblable, plus mince. Ceux qui sont intra-glandulaires et sans rapports avec le parenchyme sécréteur, comme le canal hépatique, s'unissent par leur gaine aux vaisseaux qui les accompagnent dans la capsule de Glisson.

Les cordons nerveux n'offrent pas de gaine comparable à celle des conduits vasculaires et excréteurs. Ils sont protégés par une enveloppe fibreuse, le *névritème*. Mais comme ils cheminent dans des

espaces remplis par le tissu conjonctif, ce tissu leur forme une enveloppe accessoire qui leur est commune le plus souvent avec les artères et les veines, et qui assure leurs rapports réciproques.

C. — Du système conjonctif considéré dans les divers organes.

Le système conjonctif entre comme élément dans la structure de tous les organes. En outre, il les entoure et devient pour la plupart d'entre eux un moyen de séparation et un moyen de connexion.

C'est ainsi qu'il forme autour de l'encéphale, selon l'expression de Bordeu, une sorte d'atmosphère qu'on retrouve non seulement sur toute sa périphérie, mais autour de chaque circonvolution du cerveau et de chaque circonvolution du cervelet. De celles-ci il passe avec les artérioles et les veinules dans la masse encéphalique pour entourer aussi les cellules et les tubes nerveux.

Il entre en grande abondance dans la cavité de l'orbite, se répand autour de l'œil, autour de ses muscles, de ses artères et de ses veines; puis, suivant aussi le trajet des vaisseaux, il s'insinue dans l'organe principal, pour unir la sclérotique à la choroïde.

C'est sur le tronc surtout que le tissu conjonctif se fait remarquer par son grand développement. Sur le sein il unit les lobes et lobules de la glande par des prolongements dépourvus de graisse qui rayonnent dans tous les sens, puis s'étale en large lame sous sa face profonde, et en couche épaisse sur la face opposée, donnant ainsi à l'organe une certaine mobilité, et à ses contours la forme qui nous séduit et nous charme chez la femme, selon la remarque de Bichat.

Dans les parois du tronc il accompagne partout les vaisseaux, en formant aux artères et aux veines des gaines communes. Il unit et sépare les muscles en leur laissant une entière indépendance.

Dans la cavité du thorax c'est particulièrement sur le plan médian, autour de la trachée, de l'œsophage et des gros vaisseaux qui partent du cœur ou qui s'y rendent, qu'on le rencontre, comblant tous les vides, engainant largement tous les canaux accumulés sur ce point, et assurant à chacun d'eux la liberté nécessaire pour se déplacer, se dilater, se resserrer. Le poumon en est dépourvu sur sa périphérie; mais celui des organes médians se prolonge sur sa racine et passe de celle-ci dans son épaisseur où on le retrouve sous la forme de gaines de plus en plus minces autour des vaisseaux.

Dans la cavité de l'abdomen il se concentre au-devant de la colonne vertébrale, sur le trajet de l'aorte et de la veine cave inférieure, englobant aussi les nombreux ganglions qui les entourent. De cette masse

principale partent de larges prolongements qui suivent les replis du péritoine pour se porter vers le foie, l'estomac, les intestins et qui pénètrent dans chacun de ces viscères. Sur les côtés on remarque d'autres masses de tissu conjonctif dans lesquelles les reins se trouvent logés et qui s'étendent comme la masse médiane jusque dans le bassin. Le tissu conjonctif tapisse en couche épaisse tout le bas-fond de cette arrière-cavité et arrive aussi par des prolongements divers autour du rectum, des vésicules séminales, de la prostate et de la vessie.

En résumé, dans chacune des trois grandes cavités splanchniques les organes sont riches en tissu conjonctif. Mais sa disposition n'est pas tout à fait semblable pour la tête et le tronc.

Celui qui recouvre l'encéphale est dépourvu de graisse et reçoit dans ses mailles le liquide encéphalo-rachidien qui oscille de haut en bas lorsque la masse encéphalique est menacée de compression, et de bas en haut lorsqu'une tendance au vide se manifeste dans la cavité crânienne. Réuni à ce liquide, il participe à ses attributions et joue, comme lui, à l'égard des centres nerveux, le rôle d'organe protecteur.

Celui qui contiennent le thorax et l'abdomen a simplement pour destination de relier entre eux tous les viscères de ces cavités, en les unissant assez solidement pour les fixer dans leur situation relative et assez faiblement pour conserver à tous la liberté et l'indépendance nécessaires à l'exercice de leurs fonctions.

Si, du tissu conjonctif périphérique, nous passons au tissu conjonctif interstitiel, il existe encore entre le centre nerveux et les autres viscères une différence qui mérite d'être signalée. Dans le centre nerveux le tissu conjonctif interstitiel n'est pas moins réel que dans les organes du thorax et de l'abdomen; mais il est voilé par les cellules et les tubes, en sorte qu'on a pu le mettre en doute; dans ceux-ci au contraire, il se montre partout très évident.

D. — Du système conjonctif considéré dans les différentes régions.

Le système conjonctif présente quelques différences assez notables dans sa disposition, selon qu'on le considère sur la tête et sur le cou, ou sur le tronc et dans les membres.

a. Tissu conjonctif de l'extrémité céphalique. — Sur la tête il diffère aussi pour le crâne et la face. Autour du crâne, sur les parties arrondies et saillantes il forme deux couches principales, l'une sous-jacente à la peau, l'autre sous-jacente à l'aponévrose épicroânienne.

La première est divisée par les prolongements émanés de la face pro-

fonde du cuir chevelu en innombrables aréoles que remplissent autant de petits groupes ou amas de cellules adipeuses, et dans lesquelles descendent les bulbes pileux très allongés dans cette région. Dans l'épaisseur de ces aréoles et des prolongements fibreux qui les limitent, cheminent les artères, les veines, les vaisseaux lymphatiques et les nerfs de la peau. Nulle part le tissu conjonctif ne possède en si grand nombre autant d'éléments importants; de là, sans doute, la fréquence et la gravité des phlegmasies dont il peut devenir le siège. L'inflammation a ici pour effet de produire une infiltration plus ou moins abondante de sérosité qui double et triple l'épaisseur du cuir chevelu, en lui communiquant une couleur blanche, souvent insidieuse, mais dont le toucher dénote l'existence, les téguments conservant alors l'empreinte du doigt. — La couche profonde ou sous-aponévrotique contraste avec la précédente par sa minceur, sa laxité, sa finesse et son extensibilité qui permet à l'aponévrose, comme soudée avec la peau, de se mouvoir sur le crâne lorsque le muscle occipito-frontal se contracte.

Sur les côtés du crâne, dans les fosses temporales, le tissu conjonctif forme deux petits départements indépendants des couches qui précèdent et représentés par deux plans triangulaires se distinguant aussi en superficiel et profond. Le plan superficiel sépare le muscle temporal de l'aponévrose du même nom; il est mince en haut, plus épais et adipeux en bas. Le plan profond sépare le muscle des parois de l'excavation; il prend souvent la forme d'une masse grasseuse plus ou moins aplatie. L'un et l'autre se prolongent vers la partie centrale de la face avec laquelle ils se trouvent en large communication, d'où la communauté des inflammations phlegmoneuses et des collections purulentes de ces régions.

Le tissu conjonctif sur la face ne s'étale pas en large couche, mais s'insinue autour des muscles peauciers, les enveloppe, comble les intervalles qui les séparent, engaine les principaux vaisseaux, et se divise ainsi en multiples traînées qui se continuent entre elles; de là tout un ensemble de loges qui se prolonge en haut vers la fosse temporale, et en bas vers les parties latérales et profondes du cou.

b. Tissu conjonctif du cou. — Dans la région cervicale le système conjonctif se distingue par une grande tendance à se condenser pour prendre la forme de lames. Ces lames ont été considérées en effet, par la plupart des anatomistes, comme des aponévroses et décrites sous ce nom. Mais elles ne sauraient être comparées aux véritables aponévroses : ces dernières appartiennent au tissu fibreux; les précédentes peuvent être rattachées au système conjonctif dont elles ne sont qu'une simple modification.

Entre ces lames d'apparence fibreuse, mais en réalité conjonctivales, on trouve du reste toutes les transitions, depuis les plus condensées jusqu'au tissu conjonctif le plus simple qui se comporte à l'égard des parties environnantes, muscles, artères, veines, ganglions, comme dans toutes les autres régions du corps. Sur les côtés et profondément, il est abondant et très lâche autour des principaux vaisseaux du cou. En avant, il est fibroïde sur les muscles et le larynx, et fibroïde aussi sur les muscles prévertébraux, mais devient plus mou dans les espaces inter-musculaires, sur la périphérie de la trachée et de l'œsophage. En arrière il est représenté par des lames péri-musculaires se superposant en plans de plus en plus profonds et de plus en plus étroits.

c. Tissu conjonctif du tronc. — Sur les parois du tronc nous avons vu que le système conjonctif se dispose en couches parallèles, formant le fascia superficialis. Nous avons vu aussi que le plus superficiel de ces trois plans est manifestement fibreux et réticulé. Le second, remarquable par l'abondance des cellules adipeuses qu'il renferme, rentre dans la catégorie des couches de nature conjonctivale ; il n'offre qu'une très faible consistance. Le dernier, très mince, est plus mou encore. Le fascia superficialis adhère étroitement ou plutôt se continue par son feuillet superficiel avec le système cutané ; mais il adhère à peine par son feuillet profond aux parties qu'il recouvre. De cette inégale adhérence il résulte que les trois feuillets font corps avec le tégument externe ; ils se déplacent ensemble et avec ce tégument ; le fascia superficialis, en un mot, glisse sur les parties sous-jacentes et communique ainsi à la peau une remarquable mobilité. Lorsque celle-ci à la suite de violences extérieures se déchire, il participe à son décollement, et les muscles et aponévroses qu'elle protège restent à découvert. Ces décollements ont pour conséquence fréquente la mortification partielle ou complète des parties décollées, le fascia superficialis contenant dans son épaisseur tous les vaisseaux qui se rendent à la peau et ceux qui en reviennent. Les phlegmons diffus entraînent les mêmes effets, les vaisseaux sous-cutanés participant à la ruine du tissu conjonctif qui les accompagne.

Chez les individus maigres, les trois plans du fascia superficialis sont plus distincts. Chez ceux dont le système adipeux est très développé, ils sont moins faciles à reconnaître. Sous l'influence de l'œdème ils tendent également à se confondre. L'emphysème produit un effet analogue.

Dans les cavités du tronc le système conjonctif ne revêt pas, comme à sa surface, une disposition lamelliforme et stratifiée. Il affecte partout une forme diffuse ; il s'infiltré, pour ainsi dire, comme un liquide, dans tous les espaces, dans tous les interstices et jusque dans les moindres vides pour les remplir. C'est à la fois un tissu de remplissage,

un moyen d'union, et un moyen de protection pour les parties qu'il sépare, chacune d'elles mollement enchaînée à la place qu'elle occupe conservant une certaine mobilité et une certaine indépendance.

d. Du tissu conjonctif des membres. — Le système conjonctif dans les membres se partage en deux principaux départements, l'un qui est sus-aponévrotique et l'autre sous-aponévrotique.

Le plan sus-aponévrotique ou sous-cutané rappelle les dispositions lamelliformes qui le caractérisent sur les parois du tronc. Il se continue à son point de départ avec le fascia superficialis et se laisse décomposer aussi en plusieurs couches d'abord bien distinctes; mais à mesure qu'on s'éloigne du tronc ces couches deviennent de moins en moins accusées. Sur l'avant-bras et la jambe, on n'en retrouve plus que des vestiges; sur la main et le pied elles disparaissent.

Le tissu sous-cutané des membres contient aussi, dans son épaisseur, des vaisseaux et des nerfs. Mais les vaisseaux acquièrent ici une bien autre importance que sur le tronc. Les artères émanées de sources différentes et très nombreuses sont courtes pour la plupart et peu volumineuses. Les veines se font remarquer au contraire par leur calibre souvent considérable et la longueur de leur trajet; elles s'anastomosent et forment sous la peau un plexus à grandes mailles. Des vaisseaux lymphatiques, plus nombreux, les accompagnent et les entourent. Aussi les membres sont-ils le siège le plus habituel des varices et le siège le plus fréquent aussi des angioloécites. C'est sur les membres qu'on voit une simple piqûre des téguments déterminer ces longues traînées rougeâtres qui s'étendent jusqu'aux ganglions de l'aîne et de l'aisselle, en formant sur leur trajet des ilots et des plaques érysipélateuses. Les phlébites, moins fréquentes que les angioloécites, occupent les membres inférieurs.

Le tissu conjonctif profond des membres se répand autour des principaux muscles. Sur les gros troncs artériels et veineux il se condense pour leur former une gaine commune qui les accompagne dans toute leur longueur en les séparant partout des parties voisines; ils n'adhèrent à ces gaines que par un tissu conjonctif lâche.

E. — Du système conjonctif considéré aux divers âges.

Peu de systèmes se modifient aussi profondément que le système conjonctif sous l'influence de l'âge.

Au début de la vie, alors que tous les systèmes sont représentés par de simples cellules, il semble à peine exister. Mais chez l'enfant, au terme de la gestation, il est déjà en possession de tous ses attributs.

a. Du tissu conjonctif chez l'enfant. — A cet âge il est caractérisé par son extrême mollesse, par son abondance relativement plus grande, et surtout par la très grande différence qu'on remarque entre sa partie périphérique et ses parties profondes.

Sur la surface du corps il s'étale partout en couches épaisses. Sur la face il forme ces masses saillantes et arrondies qui proéminent de chaque côté et qui donnent un aspect si caractéristique à la figure de l'enfant. Sur le tronc il constitue à lui seul plus de la moitié de l'épaisseur de ses parois. Sur les membres il atteint une épaisseur plus grande encore, en sorte qu'au niveau des articulations il se soulève en replis arrondis séparés par de profonds sillons.

Passons de la périphérie du corps à ses parties profondes ; c'est un phénomène inverse qui frappe nos regards ; le contraste est complet. Dans la cavité du thorax, dans celle de l'abdomen, sous les aponévroses des membres, le système conjonctif se montre partout dépourvu de graisse et réduit à ses seuls éléments, qui sont eux-mêmes comme amaigris, extrêmement lâches et pénétrés d'une plus grande humidité. Aussi les organes du tronc se présentent-ils alors dans toute la pureté de leur forme et de leurs rapports ; c'est bien à tort que les nouveau-nés sont considérés comme peu favorables aux études anatomiques ; ils pourraient souvent remplacer utilement les sujets adultes et quelquefois avec avantage.

b. Du tissu conjonctif chez l'adulte. — A cet âge le tissu conjonctif sous-cutané s'amincit, par suite de la résorption de la graisse contenue dans ses mailles. Cette résorption est surtout frappante sur la face ; les masses adipeuses qui faisaient saillie de chaque côté disparaissent ; les cloisons qui séparaient les muscles s'amincissent et ces organes se dessinent en partie sous la peau, de telle sorte qu'ils deviennent alors le siège principal de l'expression de nos sentiments et de nos passions, tandis que chez l'enfant ce rôle est confié surtout aux téguments dont le coloris est si variable.

Sur le tronc la différence est plus saisissante encore. Superficiellement il s'atrophie et les muscles chez les hommes fortement constitués s'accusent par des saillies qui dénotent la force et l'énergie dans les tempéraments herculéens. Pendant que tout se modifie à la surface, tout change aussi dans les profondeurs de l'organisme. Le tissu adipeux qui formait sous la peau une si épaisse enveloppe ne semble avoir disparu que pour passer dans les cavités thoracique et abdominale ; tous les viscères sont alors comme plongés dans un tissu infiltré de vésicules graisseuses ; ces formes et ces contours si nets et si purs qu'on admirait chez l'enfant à la naissance et pendant toute l'adolescence, ont perdu leur aspect primitif.

c. Tissu conjonctif chez le vieillard. — Les modifications qui se produisent dans le tissu conjonctif au déclin de la vie consistent surtout dans son amaigrissement progressif. Il participe à l'atrophie générale et se comporte du reste très inégalement selon les régions.

Dans les cavités du tronc il se modifie peu. Mais au-dessous des téguments il se réduit à sa plus simple expression. Quel contraste sous ce rapport entre l'enfant et le vieillard ! Chez le premier il est exubérant : il se traduit de toutes parts en saillies rosées et arrondies. Chez le second il n'est plus que l'ombre de lui-même : la peau amincie se flétrit et se ride. Nul organe ne se montre plus, atteint par les approches de la mort dont il semble déjà porter l'empreinte.

Sur la face les rides en général s'accusent plus encore, et sont aussi plus précoces.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME CONJONCTIF

Le système conjonctif, comme la plupart des autres systèmes, se compose d'une partie principale ou fondamentale, le *tissu conjonctif*, et de parties accessoires.

A. — Tissu conjonctif.

Bien peu de tissus ont fixé l'attention d'un aussi grand nombre d'observateurs, et très peu aussi ont été le sujet d'autant d'opinions différentes. Sa structure aujourd'hui reste encore un des points les plus controversés de l'anatomie générale. Cependant on peut rattacher à deux principales les opinions émises sur ce point (1).

Pour nous rendre compte de l'une et l'autre, reconnaissons d'abord que le tissu conjonctif est formé de faisceaux et de cellules situées dans leurs intervalles. — Les partisans de la première considèrent les cellules comme le point de départ des faisceaux qui se développeraient aux dépens de leur protoplasme, en sorte qu'elles s'atrophient en raison directe de l'accroissement de ceux-ci, et finissent par se réduire à de simples noyaux. — Les partisans de la seconde admettent que les fais-

(1) Retterer, *Les découvertes récentes relatives au développement du tissu conjonctif* (*Journal de l'anat. et de la phys.*, 1892, p. 211).

ceux se développent en dehors des cellules dont ils ne seraient qu'une sorte d'exsudation. Cette seconde opinion est la mieux fondée. Tous les faits qui vont suivre en seront autant de preuves irrécusables.

Le tissu conjonctif se composant de faisceaux et de cellules, nous procéderons successivement à l'étude de ces deux éléments.

§ 1^{er}. — FAISCEAUX DU TISSU CONJONCTIF.

Les faisceaux du tissu conjonctif le constituent essentiellement. Ils en forment la presque totalité au point de vue du volume et de la place qu'ils tiennent dans sa structure; c'est à leur existence que ce tissu est redevable de la plupart de ses attributs. Les cellules appliquées à leur surface n'en représentent qu'une partie relativement minime. Elles ont surtout pour destination de les produire, en sorte qu'elles les précèdent. Les faisceaux dérivés de leur protoplasme et comme épanchés dans leurs intervalles sous la forme d'une substance molle et hyaline au début de leur formation, sont d'autant moins volumineux et moins importants qu'ils sont plus jeunes.

Considérés chez l'adulte, ils diffèrent très notablement par leur volume : il en est de gros, de très petits et d'autres plus nombreux qui établissent la transition des uns aux autres.

Leur forme est si variable qu'elle devient difficile à déterminer. On peut dire cependant qu'elle est arrondie pour la plupart d'entre eux. C'est du moins celle qu'ils présentent lorsqu'on les soumet à l'influence des réactifs qui en dilatent le contour au point de doubler et tripler leur volume. Vus dans leurs dimensions réelles et leur état normal, ils paraissent plutôt un peu aplatis, mais restent toujours très régulièrement limités sur leurs bords. Ainsi configurés, et d'ailleurs lisses et humides, ils glissent facilement les uns sur les autres; et le tissu conjonctif, grâce à leur mobilité et à leur extensibilité, prend toutes les formes que leur communique le jeu de nos organes.

La structure des faisceaux conjonctifs est plus compliquée qu'on ne serait tenté de le croire. Répandus en très grand nombre sur le champ du microscope, on les prendrait au premier aspect pour de simples rubans hyalins. Soumis à l'action des réactifs et attentivement observés, ils se distinguent par les caractères suivants :

- Tous sont entourés par des anneaux ou spires;
- Tous sont réductibles en faisceaux de volume décroissant;
- Tous sont striés transversalement à leur surface;
- Tous se composent de fibrilles;

Et toutes ces innombrables fibrilles sont formées d'innombrables granules reliés entre eux par une substance amorphe.

Pour conserver à chacune de ces assertions l'importance qui lui est propre, et pour démontrer combien elles sont fondées, nous allons tour à tour les examiner en les formulant sous la forme de propositions.

Première proposition: Les faisceaux conjonctifs sont entourés par des anneaux et des spires. — Les anneaux sont perpendiculaires à la direction des faisceaux. Les spires les entourent en s'épauçant plus ou moins. Elles sont très allongées sur certains faisceaux. Sur d'autres, on les voit se rapprocher au point de se juxtaposer à la manière de ces fils de laiton utilisés pour la confection des bretelles. Sur un très grand nombre, elles s'allongent subitement, puis se raccourcissent, deviennent circulaires, s'allongent de nouveau et affectent ainsi dans leur trajet une foule de variétés.

Ces anneaux et spires sont formés par des fibres hyalines, arrondies ou cylindroïdes, d'aspect parfaitement homogène et dépourvues d'élasticité. C'est à tort qu'Heule, qui en a le premier signalé l'existence, les a prises pour des fibres élastiques, dont elles offrent en effet l'apparence. Leur défaut d'élasticité est mis en évidence par les réactifs

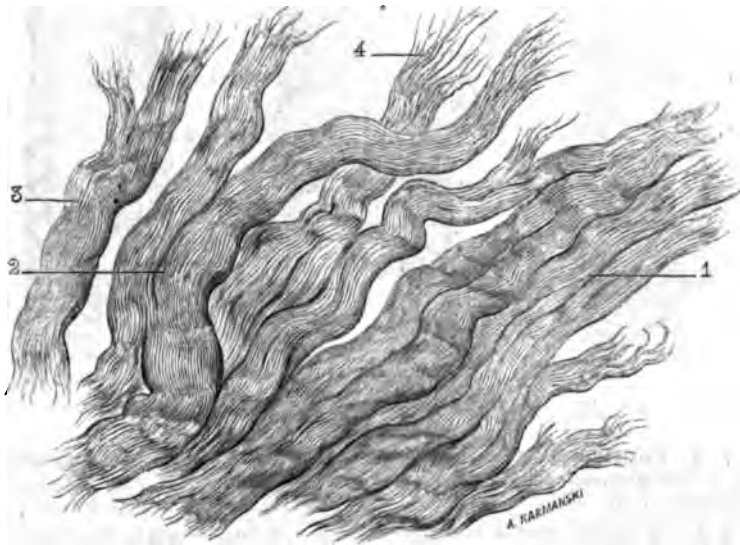


FIG. 11. — Faisceaux du tissu conjonctif; fibres qui les composent.

1, un groupe de faisceaux juxtaposés. — 2, un faisceau volumineux qui se divise supérieurement en deux faisceaux d'égales dimensions. — 3, faisceau plus petit, qui se divise en deux faisceaux inégaux. — 4, fibrilles légèrement dissociées d'un faisceau de moyen volume. On peut voir, du reste, que tous les faisceaux se composent de fibres parallèles.

dilués qui doublent le volume des faisceaux, sans modifier les fibres qui les entourent ; celles-ci, ne participant pas à leur ampliation, les étranglent d'autant plus qu'ils deviennent plus volumineux. Nulle part, du reste, les anneaux et spires ne se continuent avec les fibres élastiques. Nous verrons plus loin que ces fibres tantôt circulaires et tantôt spirales sont d'une nature spéciale et très analogue à la substance qui forme les fibrilles des faisceaux sous-jacents.

Les anneaux et spires du tissu conjonctif sont-ils propres à quelques faisceaux ? ou bien devons-nous les considérer comme un attribut qui

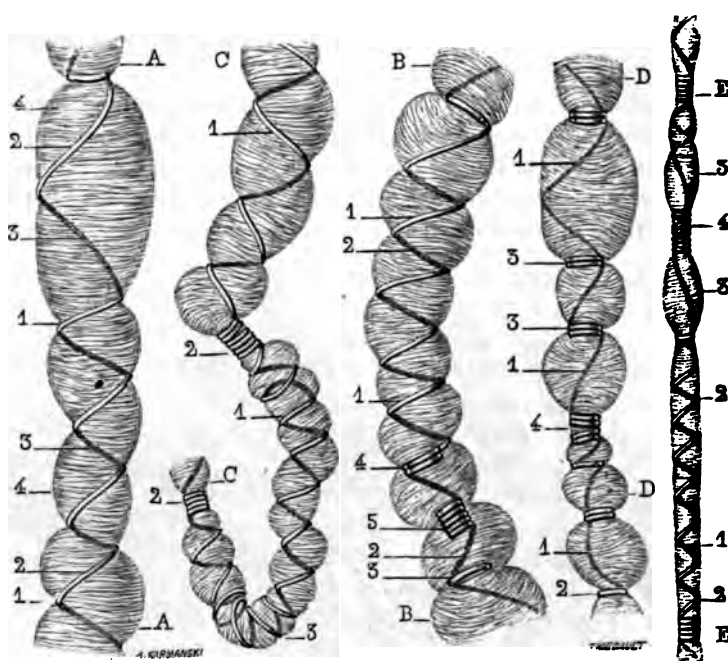


FIG. 12. — Fibres spirales des faisceaux du tissu conjonctif.

A, A. Faisceau autour duquel s'enroule une fibre d'apparence élastique. — 1, 1, étranglements qui répondent à la fibre spirale. — 2, 2, cette fibre passant au-dessus du faisceau. — 3, 3, la même fibre passant au-dessous de celui-ci.

B, B. Un faisceau dont la fibre spirale décrit à la fois des spires et des anneaux. — 1, 1, cette fibre passant au-dessus du faisceau. — 2, 2, cette même fibre passant au-dessous. — 3, la même, formant un anneau. — 4, la même, formant deux anneaux juxtaposés. — 5, la même, formant quatre anneaux.

C, C. Un faisceau, sur lequel la fibre spirale suit un trajet plus irrégulier encore. — 1, 1, spires plus espacées supérieurement, plus rapprochées inférieurement. — 2, 2, anneaux juxtaposés comme sur les élastiques en laiton employés pour la confection des bretelles. — 3, spires irrégulières.

D, D. Un faisceau, sur lequel on voit une série d'anneaux reliés entre eux par

leur est commun à tous? La première opinion est celle de la plupart des auteurs. La seconde cependant repose sur des faits plus positifs. En traitant par des réactifs très dilués les faisceaux conjonctifs, on voit apparaître d'abord quelques anneaux et quelques traces de spires. Si l'on place dans la chambre humide une ou plusieurs préparations, les fibres circulaires et spirales se voient mieux et en plus grand nombre après un séjour de vingt-quatre heures. En renouvelant le réactif et prolongeant le séjour un peu plus longtemps, tous les faisceaux ou presque tous en sont recouverts. La condition essentielle pour le succès consiste dans

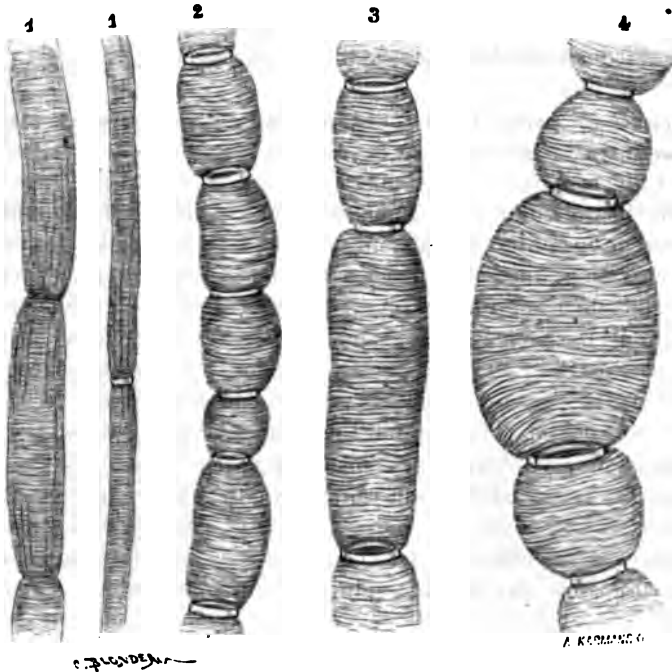


FIG. 13. — Anneaux des faisceaux du tissu conjonctif.

1, 1, deux faisceaux de petites dimensions, sur lesquels on voit des anneaux peu accusés. — 2, faisceau plus gros, sur lequel existent six anneaux très apparents. — 3, un autre faisceau, qui en présente trois. — 4, faisceaux qui en présentent quatre, et dont la partie moyenne est notablement plus volumineuse que les extrémités.

des spires. — 1, 1, spires. — 2, un anneau. — 3, 3, deux anneaux juxtaposés. — 4, trois anneaux juxtaposés aussi.

E. E. *Un faisceau très petit, sur lequel la fibre spirale se comporte à peu près comme sur le précédent.* — 1, partie inférieure du faisceau qui a conservé sa forme cylindrique. — 2, 2, fibre spirale qui la recouvre. — 3, 3, partie supérieure du faisceau, renflée de distance en distance. — 4, anneaux juxtaposés qui séparent les renflements.

le choix des faisceaux; il importe qu'ils soient le plus frais possible, et surtout qu'ils soient pris sur des animaux de la plus extrême maigreur. Les chiens très maigres sont les plus favorables pour cette étude. Sur des faisceaux, provenant d'une levrette, j'ai pu presque instantanément faire apparaître les anneaux et spires; tous en étaient pourvus. Sur d'autres animaux et sur l'homme on peut obtenir quelquefois un résultat analogue.

De l'ensemble des faits très nombreux que j'ai observés, je suis autorisé à conclure que les anneaux et spires ne font défaut sur aucun faisceau. Leur existence constante est un fait important; car il nous enseigne que les faisceaux du tissu conjonctif sont tous très nettement limités à leur surface par une fibre de nature spéciale, qu'on chercherait vainement sur des faisceaux fibreux ou fibroïdes.

Deuxième proposition : Les faisceaux de tissu conjonctif sont réductibles en fascicules, et ceux-ci en fibrilles. — Pour constater que les faisceaux se composent de faisceaux plus petits, et ceux-ci de fibrilles, il suffit de les immerger pendant dix ou douze jours dans la liqueur de Muller. En laissant pénétrer sous la lamelle qui recouvre la préparation, une goutte d'acide chromique plus ou moins dilué, et en l'examinant au microscope, on distingue aussitôt tous les faisceaux. Les fibres qui les composent sont très apparentes, parallèles et d'égale dimension. Elles se groupent en fascicules, lesquels se groupent à leur tour. De là des faisceaux de premier, de deuxième et de troisième ordre. Sur quelques faisceaux les fascicules s'écartent à leur extrémité et rayonnent à la manière des épis d'une gerbe.

Ainsi les faisceaux du tissu conjonctif ont pour premier attribut les anneaux et les spires qui les entourent, et pour second attribut les fascicules et les fibres qui les composent. Ces deux caractères étaient connus. Passons aux suivants, qui n'avaient pas encore été signalés.

Troisième proposition : Les faisceaux du tissu conjonctif sont striés dans le sens transversal. — Ces stries transversales établissent une remarquable analogie d'aspect entre les faisceaux conjonctifs et les fibres musculaires striées. Un examen attentif démontre cependant qu'elles diffèrent selon qu'on les examine sur ces fibres ou sur les faisceaux. Sur les fibres musculaires elles sont toujours très évidentes et s'étendent nettement de l'un à l'autre bord. Sur les faisceaux elles sont plus pâles, beaucoup moins apparentes, et ne s'étendent pas à toute leur largeur; elles en mesurent la moitié ou le tiers seulement; mais en s'ajoutant par leurs extrémités entrecroisées, elles semblent au premier aspect se comporter comme les stries transversales des fibres lisses.

Pour les observer, on aura recours au procédé suivant : après avoir immergé pendant dix ou douze jours un lambeau de peau dans la liqueur de Muller, on le plongera dans une solution d'acide chlorhydrique au 10°, additionnée de 1/10° d'acide acétique ordinaire. Après une ébullition qui durera de deux à trois minutes, la préparation est terminée. En détachant avec un scalpel quelques particules du lambeau ainsi traité et en les examinant au microscope à un grossissement de 200 à 300 diamètres, on verra aussitôt tous les faisceaux conjonctifs recouverts de stries transversales. Celles-ci sont surtout bien manifestes sur les bords de la préparation où les faisceaux flottent dans un liquide plus transparent. On pourra prendre le tissu conjonctif d'une artère, d'une veine ou de toute autre partie du corps, le résultat sera semblable. Les préparations de ce genre peuvent être ensuite conservées dans l'acide chromique au 300°. Cet acide est utile aussi au moment où l'on soumet la préparation à l'examen microscopique.

Les stries transversales ne sauraient être attribuées à un raccourcissement, c'est-à-dire à une sorte de plissement des faisceaux, car

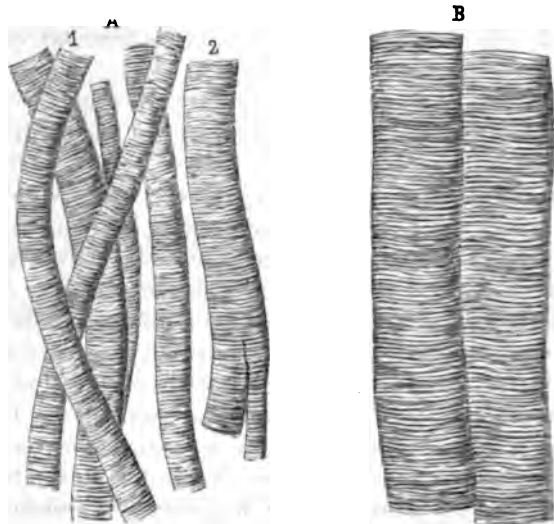


FIG. 14. — Stries transversales des faisceaux du tissu conjonctif.

A. Faisceaux de volume divers, tous striés dans le sens transversal. — 1, faisceaux de petites dimensions. — 2, un faisceau un peu plus gros dont les stries sont formées aussi par des granules transversalement disposés.

B. Deux faisceaux également volumineux, sur lesquels les stries transversales sont très apparentes. — Toutes ces stries sont dues à des granules arrondis, peu apparents sur les faisceaux qui sont ici représentés; mais en les soumettant à l'ébullition dans l'acide chromique au 300° on peut rendre ces granules aussi visibles que ceux de la figure suivante.

lorsque ceux-ci ont séjourné quelques heures ou quelques jours dans un acide très étendu, alors qu'ils sont devenus plus longs et plus gros, les stries se voient encore très bien. C'est même sur des préparations de ce genre qu'on les observe le mieux, tous les faisceaux étant alors saillants, arrondis, translucides. Elles sont plus délicates; mais, lorsqu'elles réussissent, elles sont remarquablement belles et démonstratives. La véritable cause à laquelle les stries transversales doivent être rattachées se trouve mentionnée dans la proposition suivante.

Quatrième proposition : Les stries sont dues à la présence de granules qui se juxtaposent dans les fibres en séries longitudinales et dans les faisceaux en séries transversales. — L'existence de ces granules et de la substance hyaline qui les unit jette un singulier jour sur la constitution du système conjonctif. C'est la clef de toute sa structure. Par la porte qu'elle nous ouvre, la lumière pénètre jusque dans les profondeurs de son essence intime; et cette soudaine lumière dissipe les derniers nuages qui planaient encore sur la nature de ses faisceaux et de ses fibres. Elle nous montre leur origine, leur mode d'évolution et leur complète indépendance de cellules, celles-ci jouant à leur égard le rôle d'organes générateurs, et les faisceaux celui d'un simple produit d'exsudation.

Les granules sont d'une extrême petitesse, inégaux et de forme arrondie. Quel que soit leur volume, tous présentent une partie centrale claire, entourée de deux anneaux, l'un interne presque noir, l'autre externe ou périphérique de couleur très pâle. La substance qui les unit est amorphe, transparente, de consistance molle. Bien qu'ils adhèrent solidement à cette substance, ils se laissent cependant assez facilement isoler. On les rencontre alors en quantité innombrable sur le champ du microscope, flottant sur une foule de points dans le liquide de la préparation, confusément disséminés sur d'autres dans la substance amorphe.

Dans les fibres, ils se rangent en série linéaire et restent séparés par des espaces égaux entre eux et égaux aussi à leur volume. Ces fibres se juxtaposent pour former des faisceaux de petite dimension, qui se juxtaposent à leur tour pour former des fascicules plus volumineux, lesquels se juxtaposant aussi forment les fascicules principaux.

Au moment où les fibres se juxtaposent, leurs granules se juxtaposent aux granules des fibres environnantes. Après s'être disposés en série longitudinale dans chacune d'elles, ils se disposent en série transversale dans chaque faisceau. Mais les séries transversales d'un fascicule ne correspondent pas exactement à celles des fascicules voisins; il y a donc autant de séries transversales que de fascicules. De là il suit que lorsqu'on examine un faisceau d'un certain volume, c'est-

à-dire composé d'un nombre variable de faisceaux plus petits, on ne voit jamais des séries transversales complètes, mais seulement des séries partielles plus ou moins longues, qui semblent d'abord se continuer pour former une série unique s'étendant d'un bord à l'autre, et qu'un examen plus attentif ramène à leur véritable expression, en démontrant que leur longueur est subordonnée à l'épaisseur du fascicule dont elles dépendent.

Deux principaux faits résument donc toute la structure si longtemps controversée des faisceaux du tissu conjonctif; premier fait : ils sont composés de granules unis par un substance amorphe; deuxième fait : ces granules sont disposés dans les fibres en séries longitudinales, dans les faisceaux et fascicules en séries transversales.

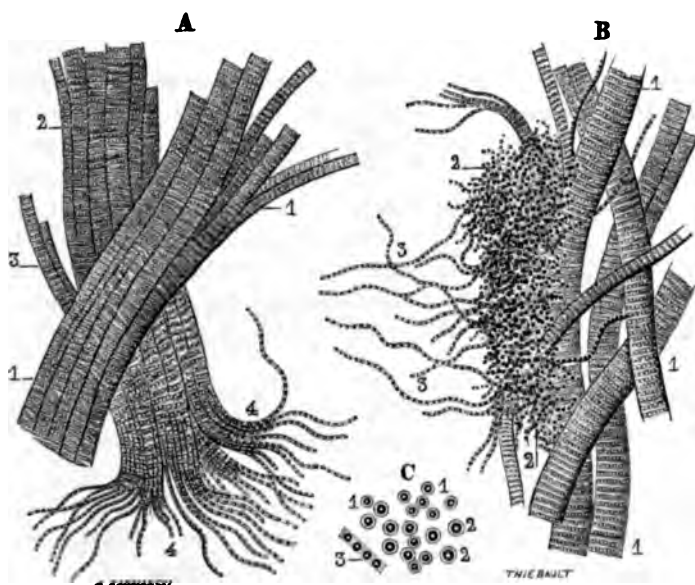


FIG. 15. — Granules du tissu conjonctif se disposant en séries transversales dans les faisceaux et en séries longitudinales dans les fibres.

A. Deux faisceaux striés dans le sens transversal. — 1, 1, premier faisceau se divisant à son extrémité supérieure en plusieurs fascicules striés aussi. — 2, second faisceau, se divisant à son extrémité inférieure en fibres. — 3, petit fascicule qui s'en détache et qui se subdivise. — 4, 4, fibres conjonctives striées longitudinalement et transversalement.

B. Faisceaux, substance amorphe, granules, fibres granulées. — 1, 1, 1, faisceaux dont les granules, transversalement disposés, sont très apparents. — 2, 2, substance amorphe dans laquelle les granules sont irrégulièrement disposés. — 3, 3, fibres granulées partant de cette masse amorphe.

C. Granules. — 1, 1, granules de petites dimensions. — 2, 2, granules plus gros, formés comme les précédents de trois parties : une périphérique claire, une moyenne sombre, et une centrale claire aussi. — 3, 3, granules disposés en série.

Ces deux principaux faits sont-ils difficiles à constater? De longues études sont-elles nécessaires pour reconnaître l'existence et la disposition des granules? Non; un simple débutant, dans le court intervalle de quelques minutes, peut prendre une connaissance complète de la structure des faisceaux du tissu conjonctif. Sur un lambeau de peau, sur une artère, sur une veine ou sur tout autre organe ayant séjourné longtemps dans la liqueur de Muller, prenez une particule de tissu conjonctif, plongez cette particule dans une goutte d'acide chromique au 300^e, à l'instant même se montreront les faisceaux avec leurs stries transversales. Plongez une particule du même tissu dans la solution suivante :

Acide chlorhydrique au 10 ^e	9 parties.
Acide acétique ordinaire.....	1 partie.

Après une ou deux minutes d'ébullition, non seulement les faisceaux et leurs stries transversales deviendront manifestes, mais aussi tous les granules qui forment ces stries, et tous les anneaux et toutes les spires qui les enlacent. Une seule préparation de ce genre suffit pour mettre sous les yeux de l'observateur un tableau complet de la structure du tissu conjonctif. — En faisant bouillir ce même tissu dans l'acide chromique dilué, on sépare les granules de la substance amorphe et, après avoir vu ces deux éléments dans leur continuité, on peut les étudier chacun dans la forme et les caractères qui leur sont propres.

§ 2. — CELLULES DU TISSU CONJONCTIF.

Entre les faisceaux de ce tissu on remarque un très grand nombre de cellules disposées sans ordre dans leurs intervalles, très rapprochées sur certains points, beaucoup plus espacées sur d'autres.

Bien qu'elles soient plus nombreuses que les faisceaux, elles sont en général moins apparentes que ceux-ci et beaucoup plus difficiles à mettre en évidence.

Leur volume diffère assez notablement. Il en est de très petites, de moyennes et d'autres qui offrent de plus grandes dimensions; mais ces dernières sont les plus rares. Leur forme diffère aussi. Quelques-unes sont arrondies ou ovoïdes; la plupart sont aplaties et s'appliquent par leurs faces aux faisceaux qu'elles séparent. Rien de plus variable que leur contour, qui est pour presque toutes plus ou moins irrégulier. Cependant en les comparant sous ce point de vue on peut les distinguer en deux ordres: celles dont le contour est seulement irrégulier, et celles qui présentent des prolongements.

Les cellules dont le contour est seulement irrégulier, n'offrent pas ou offrent à peine quelques vestiges de prolongements. — Sur les cellules pourvues de prolongements, ceux-ci, d'ailleurs très inégaux, sont le plus ordinairement au nombre de deux ou trois, quelquefois au nombre de quatre. Ils s'anastomoseraient selon la plupart des histologistes. J'ai vainement cherché ces anastomoses; je n'ai pu en trouver aucune trace sur des préparations où toutes les cellules étaient cependant bien apparentes. Non seulement les prolongements ne s'anastomosent pas, mais ils ne sont pas assez développés pour mériter aux cellules dont ils partent le nom de cellules étoilées que leur donnent beaucoup d'auteurs.

Les cellules du tissu conjonctif contiennent un noyau assez gros et arrondi; leur protoplasme est plus pâle et moins facile à distinguer.

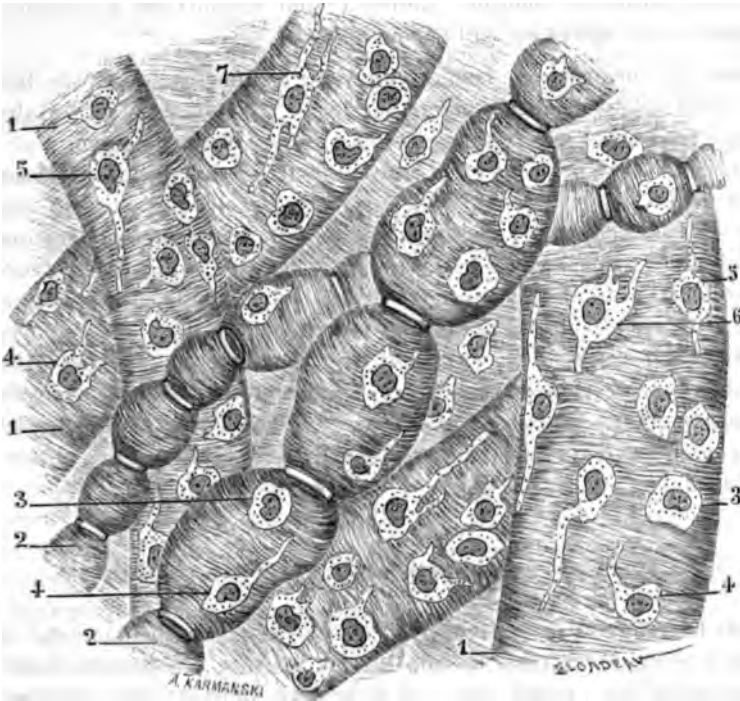


FIG. 16. — Cellules du tissu conjonctif; faisceaux sur lesquels elles reposent.

1, 1, 1, trois faisceaux transversalement striés. — 2, 2, deux faisceaux striés et entourés de leurs anneaux. — 3, 3, cellules de contour irrégulier. — 4, 4, 4, cellules présentant un prolongement. — 5, 5, cellules desquelles partent deux prolongements. — 6, cellule donnant naissance à trois prolongements. — 7, cellule offrant quatre prolongements.

La substance amorphe et les granules que laisse exsuder ce protoplasme ne revêtent pas toujours la forme de fibres et de faisceaux. Sur le contour de ceux-ci on voit fréquemment, en faisant usage des réactifs les plus dilués, de petits amas de dimensions et de configuration très variables, dans lesquels se montrent seulement trois ou quatre granules. Ces ilots attestent que le travail d'exsudation des cellules est incessant, et que la substance conjonctive est en voie de production et de renouvellement continu.

Sur les anneaux et les spires des faisceaux on remarque quelquefois des ilots ou de simples granules de la présence desquels on peut conclure qu'ils sont, comme toutes les fibres conjonctives, un produit des cellules; en d'autres termes ils sont de même nature que celles-ci, émanent de la même source et participent des mêmes caractères; comme ces fibres, les anneaux et spires sont composés de granules et d'une substance amorphe. Celles-ci sont dépourvues d'élasticité; les anneaux et spires en sont dépourvus aussi.

Les deux principaux éléments du tissu conjonctif de nature très différente ne diffèrent pas moins par leurs attributions. Les cellules donnent naissance aux faisceaux; elles n'ont pas d'autre fonction.

Les faisceaux s'unissent et se croisent pour lier entre elles les parties et particules qu'ils séparent. C'est à eux que la nature a confié le rôle utile du tissu conjonctif; ils tiennent dans celles-ci la même place que la substance amorphe dans les cartilages et dans les os; ici la substance amorphe est presque tout; c'est elle qui résiste, c'est elle qui fonctionne, c'est elle qui est utile. Les cellules n'existent que pour la produire; après sa naissance elles pourraient disparaître, si en survivant elles n'avaient encore pour mission de reproduire cette substance amorphe à mesure qu'elle est enlevée par voie de résorption, de la renouveler par conséquent et de la maintenir ainsi dans les meilleures conditions de vitalité.

B. — Parties accessoires du système conjonctif.

Aux faisceaux et aux cellules qui en forment le tissu fondamental se mêlent dans le système conjonctif des parties accessoires, beaucoup moins importantes mais qui cependant méritent aussi de fixer notre attention.

Ces parties accessoires ou secondaires sont des artères, des veines, des capillaires, des nerfs, des vésicules adipeuses et des fibres élastiques.

Les *artères* le sillonnent dans tous les sens en se divisant et se subdivisant. La plupart ne font que le traverser pour aller se perdre dans

les parties que sépare le tissu conjonctif. Leurs dernières divisions seules s'épuisent dans ce tissu. Leur répartition n'est pas égale ; sur les faisceaux elles sont assez rares, et cheminent dans leurs intervalles en les croisant souvent sous des angles divers. C'est surtout dans les régions riches en cellules adipeuses qu'on les rencontre. Elles convergent de divers côtés vers les groupes que forment ces cellules. Arrivées sur leur contour, elles se réduisent à leur moindre diamètre, en pénétrant dans leur épaisseur ; elles ne représentent plus ordinairement que de simples capillaires.

Les veines accompagnent en général les artères et se comportent dans leur trajet comme ces vaisseaux. Leur volume est habituellement plus considérable. Quelquefois elles se partagent en deux branches qui deviennent satellites de l'artère, alors plus volumineuse. Sur la périphérie des collections adipeuses elles restent tantôt accolées aux vaisseaux artériels et tantôt en deviennent indépendantes.

Ces deux ordres de vaisseaux sont entourés le plus souvent par une gaine plus ou moins épaisse de cellules fusiformes qui se continuent par leurs extrémités, et qu'on prenait autrefois pour de simples noyaux. Sur les points où les artères et les veines se juxtaposent, les deux gaines se confondent.

Aux artérioles et veinules succèdent les capillaires dont la transparence du tissu conjonctif rend l'étude plus facile. C'est surtout autour des cellules adipeuses et particulièrement dans leur intervalle qu'on réussit à les suivre et à les voir avec le plus de netteté, lorsque ces cellules sont peu nombreuses.

Dans certaines parties du corps, les vaisseaux sanguins et surtout les veines sont accompagnés par des vaisseaux lymphatiques. C'est ainsi que ces vaisseaux cheminent en grand nombre dans le tissu conjonctif sous-cutané ; tels sont également ceux qui recouvrent le cordon des vaisseaux spermatiques, et ceux aussi qui partent des ovaires et qui suivent le trajet des veines ovariennes. Mais ces vaisseaux, comme les artères et les veines d'un certain volume, ne font que traverser le tissu qui les entoure sans lui abandonner aucune division.

Une multitude de cordons, de filets et de simples ramifications, émanés du système nerveux central ou du grand sympathique, cheminent aussi dans le système conjonctif, les uns marchant parallèlement aux vaisseaux sanguins, les autres suivant un trajet différent ; mais ils ne paraissent laisser aucune division dans les faisceaux qui contribuent à le former.

Les vésicules adipeuses se montrent en si grand nombre dans les mailles des faisceaux du tissu conjonctif qu'elles semblent véritablement

en faire partie; il en est réellement ainsi. Cependant, pour ne pas trop nous éloigner de l'opinion de la plupart des histologistes, nous en ferons un système particulier qui sera étudié plus loin.

Les fibres élastiques sont bien autrement multipliées que les cellules adipeuses et prennent à la constitution du système conjonctif une part plus importante encore. Comme les cellules, elles constituent un système à part qui sera décrit à la suite du système adipeux, avec tous les détails et les développements qui se rattachent à son étude.

C. — Tissu conjonctif du cordon ombilical.

Le système conjonctif n'est pas identique dans toutes les parties qui composent son vaste domaine. Quelques-unes se distinguent par des caractères qui leur sont propres. Parmi ces dernières, je dois surtout mentionner le cordon ombilical. Il diffère si notablement de toutes les autres qu'on pourrait douter au premier aspect de sa nature conjonctivale. L'examen microscopique cependant nous démontre qu'il est formé, comme celles-ci, de faisceaux conjonctifs et de cellules.

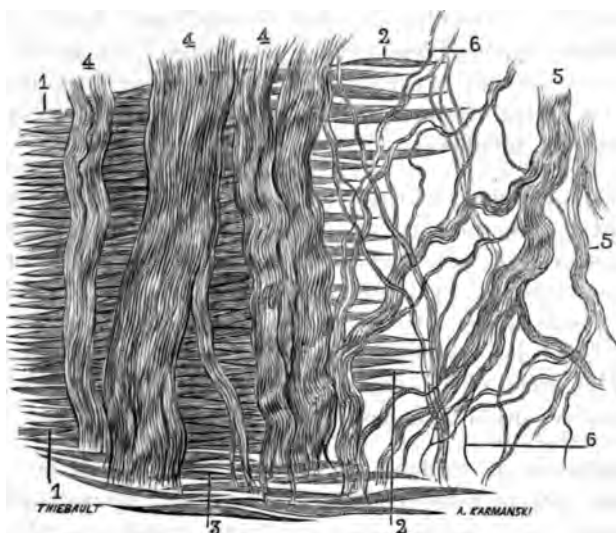


FIG. 17. — Faisceaux conjonctifs du cordon ombilical.

1, 1, fibre musculaire de la veine ombilicale. — 2, 2, extrémité libre de ces fibres. — 3, quelques-unes de ces fibres dissociées. — 4, 4, 4, faisceaux conjonctifs cheminant perpendiculairement à la direction de ces fibres. — 5, 5, faisceaux plus petits en partie dissociés. — 6, 6, fibres conjonctives isolées.

Sur le cordon ombilical le tissu conjonctif prend le nom de *gélatine de Warthon*. Considéré dans sa morphologie, il a pour attributs distinctifs sa couleur d'un blanc bleuâtre, sa remarquable consistance, son apparente homogénéité, sa forme arrondie, son adhérence très grande aux vaisseaux qui cheminent dans son épaisseur et qu'il unit entre eux, en leur constituant à chacun une gaine particulière.

Considéré dans sa structure, il nous offre à étudier des faisceaux, des cellules et une enveloppe amorphe.

A. — Les *faisceaux conjonctifs* de la *gélatine de Warthon* se composent, comme ceux que nous avons étudiés précédemment, de fibres parallèles et juxtaposées. Mais ils ne possèdent sur leur contour, ni anneaux, ni spires, en sorte qu'ils ne sont pas aussi nettement délimités. Souvent ils semblent se confondre, en s'unissant sur leur trajet par des divisions et des fibres passant des uns aux autres. Leurs fibres sont un peu plus grosses, plus apparentes et plus fermes, d'où la consistance remarquable que présente le tissu conjonctif sur toute la longueur du cordon.

Parmi les faisceaux de ce tissu, ceux qui s'appliquent immédiatement aux artères et à la veine ombilicales leur adhèrent solidement et

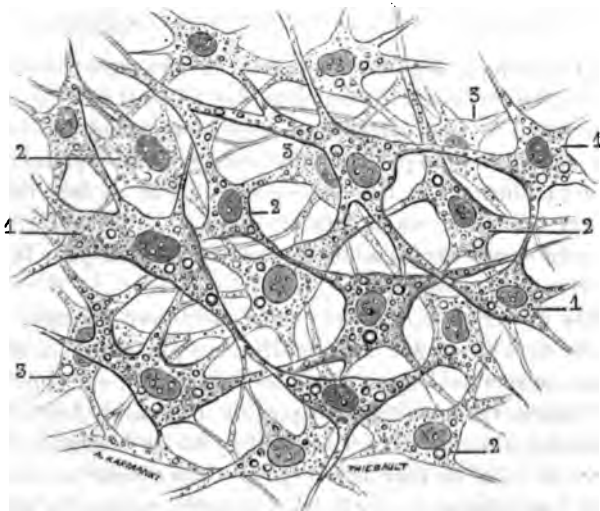


FIG. 18. — Cellules du cordon ombilical.

1, 1, 1, cellules situées au premier plan. — 2, 2, 2, cellules situées sur le second plan. — 3, 3, 3, cellules plus profondes, occupant le troisième plan. — On voit que toutes ces cellules sont étoilées, qu'elles s'anastomosent souvent par de gros prolongements et qu'elles contiennent un grand nombre de granulations grasses.

suivent tous une direction longitudinale. Ils diffèrent beaucoup de ceux qui contribuent à former la tunique externe dans les autres dépendances de l'appareil circulatoire. Ces derniers sont tous striés en travers; sur ceux du cordon ombilical, je n'ai pas réussi à observer ces stries, bien qu'elles existent très probablement.

Trois principales différences les distinguent en résumé de ceux du tissu conjonctif ordinaire : ils sont dépourvus d'anneaux et de spires; ils n'offrent pas de stries transversales; ils suivent une direction d'autant plus longitudinale qu'ils deviennent plus profonds.

B. — Les *cellules* du cordon ombilical suffiraient à elles seules pour le caractériser : toutes sont grandes; toutes sont étoilées; toutes s'anastomosent par leurs prolongements. Parmi ceux-ci, il en est de très déliés; mais la plupart sont larges et bien évidents. On voit très facilement aussi le noyau de ces cellules.

Dans ces noyaux et dans le protoplasme qui les entoure, il existe constamment des granulations adipeuses, assez grosses, que la potasse diluée rend très apparentes. En se continuant de toutes parts par leurs prolongements, les cellules entremêlées aux faisceaux conjonctifs relient ces faisceaux entre eux, les enchainent dans leur situation relative, et forment un réseau inextricable qui semble avoir pour destination de remplacer les fibres annulaires et spirales.

C. — L'enveloppe n'offre aucune trace de structure; on ne remarque dans son épaisseur, ni fibrilles, ni granules. Elle est hyaline, homogène, très résistante. Sa face externe est unie et lubrifiée par les eaux de l'amnios; un épithélium pavimenteux à larges cellules plates la recouvre sur toute sa longueur et tout son contour. Par sa face interne, elle répond aux faisceaux conjonctifs superficiels et aux cellules étoilées dont les prolongements lui adhèrent assez fortement pour la maintenir dans un état de tension permanente.

Détachée et vue au microscope, cette membrane amorphe se plisse à la manière de l'enveloppe du cristallin, ses plis étant aussi très nets, rectilignes, et semblables aux bords des fragments d'une lame de cristal. Elle est, comme les faisceaux sous-jacents, le produit des cellules étoilées du cordon. Comme ceux-ci, elle fait partie de la grande famille des substances dérivées de leur activité propre. Ici comme sur tant d'autres points de l'organisme, les cellules déversent autour d'elles une substance qui aura pour attribution de remplir un but utile, une substance qui résistera, qui rattachera le fœtus au placenta, qui sera l'organe, en un mot, les cellules ayant seulement pour mission de produire les faisceaux et de les conserver pendant toute la durée de leurs fonctions dans les meilleures conditions de vitalité.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME CONJONCTIF

Les propriétés du système conjonctif sont de trois ordres : physiques, chimiques, physiologiques.

A. Propriétés physiques. — Au nombre de ces propriétés, on peut ranger sa mollesse, sa transparence, son extensibilité, sa rétractilité et sa perméabilité.

Son défaut de consistance ou sa mollesse a pour avantage de lui communiquer une grande flexibilité, qui lui permet de se prêter à tous les déplacements et à toutes les formes que lui imposent le jeu de nos organes et les pressions exercées sur lui par les agents extérieurs.

Sa transparence est complète lorsqu'on le ramène à l'état de minces lamelles. Elle diminue à mesure que celles-ci augmentent de nombre, et finit par disparaître sur les lames d'une certaine épaisseur.

A la suite de l'insufflation les lamelles péri-aréolaires deviennent si transparentes qu'on a quelque peine à les reconnaître. L'anasarque produit un effet analogue.

L'extensibilité du tissu conjonctif est assurément une de ses propriétés physiques les plus remarquables. Les faisceaux de ce tissu se laissent allonger au point de tripler et de quadrupler de longueur. Sur les artères soumises à une élongation forcée, ils semblent même s'allonger plus encore. Gardons-nous, cependant, d'exagérer cette propriété. Au moment où le tissu conjonctif s'étend sous l'influence d'une cause quelconque, deux phénomènes se passent et coïncident : les faisceaux qui ne suivaient aucune direction déterminée commencent par se redresser, les courbes et les angles s'effacent, et c'est seulement après ce redressement préalable qu'ils commencent à s'allonger. Ce second phénomène s'ajoutant au premier, il est difficile de faire exactement la part de l'un et de l'autre. Peut-être la part du premier est-elle souvent la plus importante, en sorte que l'extensibilité des faisceaux serait en réalité notablement moins grande qu'elle ne paraît l'être. Quel que soit son mécanisme, le résultat final reste considérable. C'est par sa grande extensibilité que le système conjonctif, lien commun de tous nos organes, leur restitue la mobilité et l'indépendance qu'il semblait leur enlever en les unissant et les fixant chacun dans leur situation. C'est à elle que la peau est redevable de la facilité avec laquelle elle glisse sur les aponévroses ; c'est à elle que le pharynx et la trachée empruntent aussi leur mobilité au moment de la déglutition, et à elle

également que les muscles doivent leur facile glissement dans les gaines qui les entourent.

En regard de l'extensibilité vient se placer la rétractilité. Bichat, et après lui beaucoup d'auteurs, ont donné à cette propriété le nom de contractilité. Après s'être allongé, il se rétracte : extensibilité et rétractilité sont deux propriétés corrélatives. Ce tissu ne peut se rétracter qu'après s'être préalablement étendu ; et il ne peut s'étendre de nouveau qu'après s'être rétracté. Nous avons vu que l'extensibilité comprend toujours deux phénomènes successifs : le redressement d'abord des faisceaux, puis leur allongement. A quelles causes rattacher la rétractilité ? En d'autres termes, quel en est le mécanisme ? Elle est due tout entière aux fibres élastiques qui, s'étant allongées en même temps que les faisceaux, reviennent à leur longueur première lorsque la cause qui avait produit leur allongement cesse d'agir.

La perméabilité du tissu conjonctif ne le cède en importance ni à l'extensibilité, ni à la rétractilité. Cette propriété lui permet de se laisser traverser par tous les liquides épanchés dans son voisinage, d'où l'extrême facilité avec laquelle se propagent les infiltrations séreuses. Elle a pour but d'offrir un libre passage aux principes albuminoïdes nécessaires à son développement et à sa nutrition.

B. Propriétés chimiques. — La composition chimique du tissu conjonctif diffère peu de celle des cellules. Comme celles-ci elle a pour base de sa constitution des principes azotés ou albuminoïdes.

Au contact de l'air, il se dessèche, devient jaunâtre, lamelliforme et fragile. Dans l'eau froide, il se pénètre de ce liquide, puis se ramollit, s'altère et finit par subir une sorte de gélification et de dissolution qui en disperse les éléments. Dans l'eau bouillante, il se rétracte d'abord très fortement, durcit beaucoup et, si l'ébullition est suffisamment prolongée, il passe à l'état pulpeux, puis se dissout et disparaît aussi.

Les acides dilués, et particulièrement l'acide acétique, le gonflent au point de tripler son épaisseur ; il est alors plus consistant et plus résistant. Mais, leur action se prolongeant, il se ramollit, perd progressivement toute consistance et devient diffluent. Les acides concentrés le racornissent et ensuite le dissolvent. L'acide chromique le condense et le conserve. Tous les chromates alcalins possèdent une influence semblable. La liqueur de Muller est aussi pour ce tissu un liquide conservateur ; elle met très bien en évidence les faisceaux et les fibres dans l'espace de deux ou trois semaines. Après plusieurs mois d'immersion, elle montre en outre les anneaux, les spires, les stries transversales et même les granules qui forment ces stries.

Le tissu conjonctif masquant les autres tissus, pour voir ceux-ci, il faut le dissoudre complètement. Tel est le but et tel aussi l'avan-

tage de la méthode des dissociations. On arrive à ce résultat en immergeant, pendant vingt-quatre ou trente heures, les parties qu'on veut étudier dans l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique au 5°, et en les soumettant ensuite à l'ébullition dans ces mêmes acides plus étendus, pendant quelques minutes.

C. Propriétés physiologiques. — Cette troisième classe de propriétés, *propriétés vitales* de Bichat, ne saurait être mise en doute. Le tissu conjonctif se range incontestablement au nombre des parties vivantes; mais il est aussi un de ceux dans lesquels la vie s'accuse par les caractères les plus obscurs.

Sa vitalité est démontrée par les modifications que le tissu conjonctif subit pendant le cours de son développement. Une autre propriété très voisine de la précédente dérive du mouvement de composition et de décomposition qui s'opère sous l'influence de la nutrition. Les cellules et les faisceaux qui entrent dans sa structure participent, comme toutes les autres, à ce double mouvement.

CHAPITRE IV

DÉVELOPPEMENT DU TISSU CONJONCTIF

Trois périodes sont à considérer dans le développement du système conjonctif. Dans la première, les cellules prennent naissance; dans la seconde, naissent les faisceaux; dans la troisième, les cellules et les faisceaux poursuivent leur accroissement.

La première période remonte au début de l'évolution de l'embryon, c'est-à-dire à l'époque où l'organisme tout entier se compose de cellules et exclusivement de cellules. Rien ne les distingue alors de celles qui les ont précédées, si ce n'est peut-être leur moindre volume et probablement aussi leur nombre moins considérable.

La seconde période, beaucoup plus tardive, coïncide avec l'apparition du rudiment de nos organes; c'est au moment où paraissent ces premiers rudiments que les cellules ébauchent aussi les premiers linéaments des faisceaux conjonctifs. Ceux-ci ne se forment que progressivement; ils sont précédés par la substance amorphe et par les granules disposés sans ordre, mais qui se rangent bientôt en séries linéaires; alors se produisent les premières fibrilles conjonctivales; puis ces fibrilles se juxtaposent et de leur groupement en nombres divers résultent les fascicules et enfin les faisceaux.

Dans le processus qui préside à la formation de ces faisceaux, on voit

donc se produire deux principaux phénomènes : l'un a pour siège les cellules qui élaborent la substance amorphe et aussi les granules. L'autre se passe dans le produit épanché autour de la cellule; il consiste dans l'accroissement de ce produit et l'arrangement des granules qu'il renferme.

La troisième période, ou période de croissance, rappelle celle de la plupart des autres tissus. Après leur formation, les cellules et les faisceaux s'accroissent par un double mécanisme, d'une part par une augmentation de nombre à mesure que nos organes se développent, de l'autre par une augmentation de volume. En même temps la substance amorphe devient plus dense, les granules sont unis plus solidement, les faisceaux refoulent de toutes parts les cellules qui, d'abord prédominantes, s'aplatissent et finissent par n'occuper qu'une minime place dans le tissu conjonctif.

CHAPITRE V

SYSTÈME CONJONCTIF DES VÉGÉTAUX

Dans le règne végétal, le système conjonctif est d'une extrême simplicité. C'est surtout dans la racine et dans le tronc qu'il se concentre. Sa disposition diffère un peu selon qu'on le considère dans l'une ou dans l'autre.

Sur la coupe transversale d'une plante herbacée on remarque deux parties, l'une périphérique, l'autre centrale.

Dans la première, les cellules se disposent en assises concentriques. L'assise superficielle constitue l'épiderme. Les assises sous-jacentes constituent l'écorce.

La seconde partie, entourée de toutes parts par l'écorce, se présente sous l'aspect d'un cylindre : c'est le *cylindre central*. Il est limité en dehors par un cercle de cellules qui le sépare très nettement de l'écorce et qui porte le nom de *péricycle*. Au dedans du péricycle, on voit d'une part les faisceaux libériens et ligneux, de l'autre, la moelle et les prolongements médullaires qui pénètrent entre ces faisceaux pour se prolonger jusqu'au péricycle.

Les faisceaux libériens et ligneux sont différemment disposés dans la racine et dans la tige. — Dans la racine ils forment deux groupes, de configuration différente et nettement séparés, qui se succèdent dans un ordre alternatif. Chacun de ces groupes répond par une de ses extrémités au péricycle, et par l'autre à la moelle. — Dans le tronc ils

se réunissent, pour former un nombre variable de faisceaux qui prennent le nom de *faisceaux libéro-ligneux*. Sur les coupes transversales, ces faisceaux présentent une figure triangulaire. Les vaisseaux libériens plus petits répondent à la base du triangle, et les vaisseaux ligneux très gros à son sommet.

La moelle proprement dite remplit toute la partie centrale du cylindre. Les prolongements médullaires s'étendent de celle-ci au péricycle en se rétrécissant de plus en plus. Mais toutes ces parties, péricycle, moelle, prolongements médullaires, se continuent et forment un seul et même tissu, le tissu conjonctif.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DU TISSU CONJONCTIF.

Si nous comparons dans les deux règnes le tissu conjonctif au point de vue morphologique, combien sont grandes les différences qui les séparent! Dans le règne animal, ce tissu se montre partout en grande abondance; on le retrouve dans toutes les parties du corps, et dans

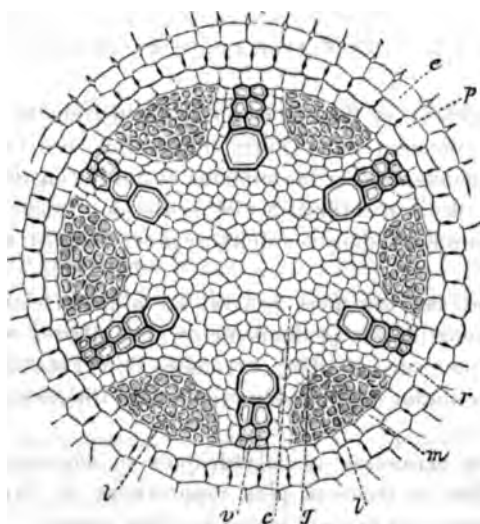


FIG. 19. — Tissu conjonctif des végétaux.

Pour montrer ce tissu, une coupe transversale a été faite sur la racine d'une plante de la famille des dicotylédones. Cette coupe montre seulement le cylindre central de la racine. (Figure empruntée au *Traité de botanique* de M. Van-Tieghem.)

e, couche interne de l'écorce. — *p*, endoderme. — *m*, *r*, péricycle. — *c*, tissu conjonctif, dont la partie centrale se prolonge entre les faisceaux ligneux et libériens pour se continuer avec le péricycle. — *v*, faisceaux ligneux très allongés de dehors en dedans. — *l*, faisceaux libériens plus allongés dans le sens transversal.

chacune d'elles il pénètre et s'infiltré entre les moindres particules. Dans le règne végétal, il a pour siège la racine et la tige; il se prolonge à peine dans les feuilles et dans les fleurs, au moins chez le plus grand nombre.

Chez les animaux, le système conjonctif ne revêt aucune forme déterminée; il se moule sur les parties qu'il sépare, et sa forme varie selon les mouvements de celles-ci. Dans les végétaux il affecte, au contraire, une configuration très nette, immuable et partout semblable. C'est un cylindre duquel partent des prolongements prismatiques et triangulaires se continuant par leurs sommets avec le péricycle.

Par leur aspect et leur consistance, les deux systèmes diffèrent beaucoup moins. Ils sont, de part et d'autre, incolores; de part et d'autre aussi leur consistance est en général molle. La transparence et la mollesse sont permanentes dans le règne animal. Mais il n'en est pas ainsi dans le règne végétal: quelquefois le tissu conjonctif se colore; souvent sa transparence est plus ou moins imparfaite. Sa consistance, très faible pendant la jeunesse de la plante, devient de plus en plus ferme à mesure qu'elle avance dans son développement.

§ 2. — STRUCTURE DU TISSU CONJONCTIF.

Dans les végétaux, ce tissu se compose exclusivement de cellules. On chercherait vainement dans leurs intervalles les faisceaux qui se montrent si abondants chez les animaux et qui le constituent essentiellement. Leur absence suffirait à elle seule pour nous démontrer que le système conjonctif, dans les deux règnes, remplit une destination très différente.

Les cellules sont de deux ordres. La plupart, c'est-à-dire toutes celles de la moelle, des prolongements médullaires et du péricycle, sont polyédriques vues en place, arrondies dans l'état d'isolement. Les autres, situées autour des vaisseaux ligneux et libériens, sont allongées et fusiformes.

Les cellules arrondies ou polyédriques se montrent d'autant plus grandes qu'elles se trouvent plus rapprochées de l'axe du cylindre. Celles du péricycle se rangent parmi les plus petites.

Les cellules longues et fusiformes se voient mal sur les coupes. Les botanistes en parlent à peine et ne semblent en avoir qu'une notion incomplète. Seule la méthode des dissociations les met bien en évidence. Sur les préparations obtenues par cette méthode on peut constater leur très grande longueur et la petitesse relative de leur diamètre. C'est autour des vaisseaux qu'elles se rassemblent. Elles les accompagnent dans tout leur parcours depuis la racine jusqu'à l'extrémité

des feuilles. Toutes contiennent un noyau et un protoplasme clair. Toutes par conséquent sont des cellules vivantes. On ne saurait donc les rattacher au groupe des cellules ligneuses et libériennes qui sont des cellules mortes et de structure tout à fait différente.

Si maintenant nous établissons un parallèle entre les cellules animales et les cellules végétales, nous trouverons aussi qu'elles diffèrent beaucoup. Chez les animaux, elles sont limitées par un contour irrégulier; quelques-unes présentent des prolongements; leur volume est, en général, peu considérable. Dans les végétaux elles sont plus développées, régulièrement configurées et toujours dépourvues de prolongements. Leur forme n'est pas aplatie, mais arrondie. Se trouvant partout en contact, elles sont taillées en facettes; n'étant séparées par aucun faisceau, elles restent immobiles. Que l'on compare le système conjonctif au point de vue morphologique ou au point de vue de la structure dans les deux règnes, les différences qu'il présente se maintiennent donc également sensibles. Ajoutons que, dans le règne végétal, les cellules sont entourées par une enveloppe albuminoïde et par une enveloppe de cellulose, tandis que la première seule existe dans les animaux, chez lesquels elle fait même souvent défaut.

§ 3. — PROPRIÉTÉS, DÉVELOPPEMENT, DESTINATION DU TISSU CONJONCTIF.

Par ses propriétés, le tissu conjonctif des végétaux ne diffère pas moins de celui des animaux. Dépourvu de faisceaux, il ne présente aucune trace d'extensibilité. Dépourvu de fibres élastiques, il n'est pas rétractile. Réduit à ses seules cellules que protège énergiquement une enveloppe de cellulose, il leur emprunte sa consistance souvent plus ferme. Ses propriétés physiologiques consistent dans le double mouvement moléculaire qui préside à sa nutrition.

Dans son **développement** il passe par trois périodes. La période embryonnaire de ce tissu est très analogue à celle que nous avons décrite chez les animaux. — La période de croissance est caractérisée aussi par la bipartition et la multiplication des cellules.

La période d'atrophie se distingue par des caractères particuliers. Lorsque la tige est arrivée à ses dimensions définitives et même bien avant qu'elle ait atteint le terme de sa croissance, on voit s'ajouter au liber primaire un liber secondaire qui refoule les cellules de l'écorce en dehors, et au bois primaire un bois secondaire qui refoule les cellules du tissu conjonctif en dedans. Le bois, occupant une place de plus en plus grande dans le cylindre central, comprime toutes les cel-

lules de la moelle et des prolongements médullaires; il en produit ainsi l'atrophie, puis la mort.

Les cellules, très nombreuses pendant la croissance, dépérissent donc progressivement lorsqu'elle est terminée, en sorte qu'elles finissent par disparaître.

Cette atrophie progressive des cellules du tissu conjonctif, puis leur mort et enfin leur disparition nous révèlent leur destination. Elles semblent ne naître que pour remplir un vide, c'est-à-dire pour prendre une place que les vaisseaux occuperont plus tard. Dans les végétaux, le système conjonctif est surtout un tissu de remplissage; son existence n'est pas permanente comme chez les animaux, mais seulement momentanée ou provisoire. Chez les premiers, il acquiert sa plus grande importance à l'époque où ils atteignent leur plus grand développement; chez les seconds, il se comporte en sens inverse. Dans les grandes phanérogames qui font l'ornement de nos forêts, il n'est plus que l'ombre de lui-même et souvent il en reste à peine quelque vestige.

Procédés à mettre en usage pour étudier le système conjonctif dans les deux règnes.

Dans le règne végétal les coupes conservent toute leur utilité. Les transversales sont celles qui rendent le plus de services. A celles-ci il est cependant nécessaire de joindre les coupes longitudinales, bien qu'elles soient pour la plupart moins instructives. Cette méthode, qui a rendu tant de services à la botanique, lui en rendra encore et lui en rendra toujours. Le moment est venu cependant où il importe de lui adjoindre la méthode des dissociations. L'enveloppe de cellulose, commune à toutes les cellules et inattaquable par les réactifs les plus violents, est particulièrement favorable à l'application des divers procédés qui s'y rattachent. Les alcalis et surtout la potasse, peu usités dans les études zoologiques, trouvent ici un emploi des plus utiles, soit comme réactif, soit comme liquide conservateur.

Je ne saurais oublier la surprise grande que j'éprouvai lorsque j'appliquai pour la première fois la méthode des dissociations à l'étude des feuilles. J'avais rapporté du Luxembourg quelques feuilles de géranium; je pris une de ces feuilles et l'immergeai dans le liquide suivant en pleine ébullition et de la plus extrême violence :

Acide azotique au tiers.....	1 partie.
Acide chlorhydrique au tiers.....	2 parties.
Eau distillée.....	3 —

Ma feuille de géranium, de verte devint brune. Son épiderme supérieur se souleva presque aussitôt sous la forme d'une ampoule, puis ce

fut le tour de son épiderme inférieur. La couche moyenne ou parenchymateuse contenant les vaisseaux et les cellules chlorophylliennes était noire. Après quelques minutes je la retire et l'examine. Cette dernière couche que je voulais étudier était horrible à voir : tout était perdu et je n'en fus pas surpris. Mon premier essai était trop téméraire : telle fut ma conclusion.

Cependant je remplaçai la solution acide par une solution de potasse au 5°; à l'instant même et encore sous l'influence de l'ébullition, je vis ma couche chlorophyllienne prendre une teinte jaune; elle devenait transparente, tout changeait d'aspect; au désastre succédait un résultat inattendu. Je pus voir alors au microscope tous mes vaisseaux, et les suivre dans leur trajet, et toutes mes cellules qui étaient restées en rapport. Le succès dépassait mes espérances. Quelle était la cause de cette métamorphose? La potasse avait enlevé la chlorophylle; les cellules étaient devenues très apparentes; et les vaisseaux cheminant dans leurs intervalles se distinguaient admirablement bien, non seulement dans leur trajet, mais dans leur structure.

La potasse, pour l'histologie végétale, possède donc un grand avantage. En décolorant les cellules, elle en facilite l'étude, elle permet ainsi de voir les vaisseaux et de les suivre dans leur trajet.

Ce dernier avantage se trouve réalisé lorsqu'on soumet à l'examen microscopique les cellules du tissu conjonctif. On peut l'obtenir en faisant bouillir une racine ou une tige dans une solution de potasse au 5°, qu'on peut étendre jusqu'au 10°. C'est dans une solution au 10° que les préparations doivent être conservées.

Procédés applicables au règne animal.

Dans le règne animal les procédés à mettre en usage sont bien différents. Ils ont été en partie exposés dans le cours de mes descriptions. Cependant je vais les résumer ici brièvement. Ces procédés doivent montrer : 1° les cellules; 2° les faisceaux et les fibres qui les composent; 3° les anneaux et spires qui les entourent; 4° les stries qu'ils présentent, sur toute leur longueur; 5° la substance amorphe et les granules qui forment ces stries.

1° Cellules du tissu conjonctif. — Pour les faire apparaître sous le microscope, c'est aux acides les plus dilués qu'il convient de faire appel. Dans ce but on prendra un lambeau de peau sur un mammifère extrêmement maigre. Le chien, qu'on peut si facilement se procurer, mérite la préférence. Les téguments de la face interne, de la cuisse, plus complètement dépourvus de graisse que toutes les autres parties du corps, sont les plus favorables. Une particule de tissu conjonctif

sous-cutané, préalablement dissociée avec les aiguilles, est placée sur le porte-objet, puis arrosée avec la solution suivante :

Acide sulfurique au 3000°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

La préparation recouverte d'une mince lamelle peut être examinée immédiatement. Mais il est préférable de la placer dans la chambre humide et de l'étudier seulement le lendemain.

2° **Faisceaux et fibres.** — La liqueur de Muller, ainsi que nous le savons déjà, les montre très bien. Une immersion de dix à douze jours suffit pour les mettre en pleine évidence.

3° **Anneaux et spires.** — Deux procédés sont applicables à leur étude : l'un presque instantané, l'autre d'une action très lente. Le premier consiste dans l'emploi des réactifs dilués. Celui qui m'a donné les meilleurs résultats est ainsi composé :

Acide chlorhydrique au 1000°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

On peut employer l'acide chlorhydrique au 1500° et même au 2000° ; on peut lui substituer l'acide sulfurique au même degré de dilution ; on peut aussi étendre un peu moins l'acide acétique. La préparation sera ensuite placée avec avantage dans la chambre humide. Les résultats obtenus sont très variables. Le point important consiste dans le choix de l'animal, et surtout dans sa maigreur. Lorsqu'on réussit, les préparations sont d'une grande beauté et d'une grande netteté.

Dans le second procédé on fait d'abord usage de la liqueur de Muller. Sur des lambeaux de peau qui ont longtemps séjourné dans cette liqueur, six, huit ou dix mois, on prend du tissu conjonctif qui est placé dans une goutte d'acide chromique au 300° et on l'examine au microscope. Le résultat est variable aussi.

4° **Stries transversales.** — D'un lambeau de peau très maigre qui a séjourné dix à douze jours dans la liqueur de Muller ou plus longtemps, on détache un segment, et on le plonge dans cette solution :

Acide chlorhydrique au 10°.....	9 parties.
Acide acétique ordinaire.....	1 partie.

Puis on porte le liquide à l'ébullition et on retire la préparation au bout d'une à deux minutes. En l'examinant au microscope, on distingue tous les faisceaux et sur chacun de ceux-ci toutes les stries.

5° **Substance amorphe et granules.** — Le procédé qui vient d'être décrit s'applique aussi à l'étude de ces deux éléments.

SYSTÈME FIBREUX

Le système fibreux se compose d'un grand nombre de parties similaires qui toutes sont essentiellement caractérisées, au point de vue morphologique, par leur fermeté, leur grande résistance, leur inextensibilité, leur flexibilité, et au point de vue histologique par leur structure très compliquée et toute spéciale.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME FIBREUX

Les parties qui contribuent à former le système fibreux sont très irrégulièrement réparties dans l'organisme. C'est à l'appareil de la locomotion qu'elles se rattachent pour la plupart, et c'est dans cet appareil aussi qu'elles atteignent leur plus grand développement. A cet appareil en effet appartiennent les aponévroses, les tendons, les ligaments, les gaines fibreuses, le périchondre, et aussi le périoste dont elles semblent toutes partir, comme d'un centre commun.

Beaucoup moins nombreuses et aussi moins étendues dans les autres appareils, elles prennent cependant une part importante à leur constitution. La dure-mère représente l'élément fibreux de l'appareil de l'innervation, la membrane fibreuse de la trachée et des bronches, celui de l'appareil respiratoire, la membrane fibreuse du pharynx, des intestins et du foie, celui de l'appareil digestif. Son importance diminue de plus en plus en passant aux appareils suivants; sur celui de l'appareil urinaire, ce système n'a plus pour représentant que la membrane fibreuse du rein. Sur celui de la génération il est représenté par la membrane fibreuse des testicules et par celle du pénis. Dans l'appareil de la circulation il disparaît à peu près complètement.

En le comparant à lui-même dans ces appareils, de constitution si différente, on voit qu'il affecte aussi les formes les plus diverses. Leur configuration cependant peut être ramenée à deux principaux types, la forme arrondie ou cylindrique, et la forme membraneuse.

Au premier type se rattachent les tendons ; au second, les ligaments, la plupart des autres dépendances de l'appareil locomoteur et les membranes fibreuses viscérales.

§ 1^{er}. — PARTIES FIBREUSES DE FORME ARRONDIE.

Ce premier groupe comprend les tendons. Quelques-uns cependant font exception : tels sont ceux des muscles péristaphylins externes et ceux de tous les muscles moteurs de l'œil. Aux tendons on peut rattacher les gaines tendineuses qui sont demi-cylindriques.

A. *Tendons*. — Ces organes se rencontrent surtout dans les membres où ils deviennent d'autant plus nombreux et d'autant plus longs qu'on se rapproche davantage de leur extrémité terminale. Au voisinage du tronc ils sont courts et plus ou moins aplatis. Autour du carpe et du tarse, ils glissent dans des canaux moitié osseux, moitié fibreux ; sur la face concave des doigts et des orteils ils se comportent de même. A ces derniers on peut considérer par conséquent deux portions, l'une plus longue et en contact avec le tissu conjonctif des muscles environnants, l'autre plus courte et entourée d'une gaine synoviale.

B. *Gainés péritendineuses*. — En s'ajoutant aux gouttières des os, elles forment des canaux et revêtent ainsi une forme demi-cylindrique. Leur face concave répond aux tendons et se trouve recouverte par la synoviale qui entoure celui-ci. Ces gaines sont douées d'une grande résistance qui leur permet de jouer le rôle de poulies de renvoi. Quelques-unes sont très courtes, d'autres beaucoup plus longues.

§ 2. — PARTIES FIBREUSES MEMBRANIFORMES.

Dans les parties qui précèdent, c'est l'étendue en longueur qui l'emporte sur les deux autres. Dans celles-ci c'est la longueur et la largeur qui deviennent prédominantes. Elles affectent une disposition et une destination si différentes qu'il convient de les diviser en six groupes : aponévroses d'insertion, aponévroses engainantes, lames fibreuses des os et des cartilages, lames fibreuses péri-articulaires, lames fibreuses du système nerveux, lames fibreuses des viscères.

A. Les **aponévroses d'insertion** se continuent avec les muscles dont elles sont, comme les tendons, un simple prolongement. Elles ne diffèrent de ceux-ci que par leur forme, en rapport avec celle des muscles correspondants. Leurs deux faces sont recouvertes d'une

lamelle de tissu conjonctif. Parmi ces aponévroses figurent au premier rang celles des parois abdominales antérieure et postérieure.

B. Les aponévroses engainantes occupent les membres. Elles s'étendent sur toute leur longueur. Leur face externe n'adhère que très faiblement au tissu conjonctif sous-cutané. De leur face interne partent des prolongements qui vont se continuer avec le périoste et qui se dédoublent dans leur trajet. Il suit de cette disposition que la gaine principale se partage en autant de gaines secondaires qu'il existe de muscles sous-jacents; ceux-ci ne sont unis à leur enveloppe fibreuse que par un tissu conjonctif très lâche. Rappelons que ces enveloppes de second ordre deviennent d'autant plus minces que la gaine principale est plus dédoublée. Sur quelques muscles elles sont si délicates et si transparentes qu'elles restent à peine visibles.

C. Lames fibreuses des os et des cartilages. — Celles des os représentent le *périoste*, et celles des cartilages, le *périchondre*.

a. Le *périoste* fait partie des os. Comme la moelle et au même titre que celle-ci, il en forme une dépendance. Il appartient donc à la fois au système osseux et au système fibreux. On le retrouve sur toute l'étendue du squelette, offrant partout la même disposition et la même destination.

Au niveau des articulations, les ligaments se continuent avec lui; ils le ramènent ainsi à l'unité, d'où il suit qu'on peut le considérer avec Bichat comme le centre du système fibreux.

Sur les os de petites dimensions il est très mince. Sur les os larges il reste très mince aussi à leur partie centrale, plus épais sur leurs bords. Sur les os longs il est plus épais au niveau de leurs extrémités. C'est sur l'extrémité supérieure du tibia qu'il atteint sa plus grande épaisseur.

Sa face externe est unie aux parties environnantes par un tissu conjonctif lâche. Sa face interne adhère plus ou moins à l'os qu'il recouvre. Sur les petits os de la face on le décolle assez facilement; sur les petits os de la main et du pied son adhérence est beaucoup plus prononcée. Il adhère surtout très solidement aux bords des os larges et aux deux extrémités des os longs.

Considéré dans ses attributions, il constitue pour les os un organe de protection, de nutrition et de reproduction. Nous étudierons plus loin sa structure.

b. Le *périchondre* offre la plus grande analogie avec le périoste: même aspect, même résistance, même adhérence à l'organe sous-jacent, même indépendance à l'égard des parties voisines. Les cartilages offrant une épaisseur beaucoup moins variable que les os, leur enveloppe est aussi beaucoup plus uniforme. Sur la plus grande partie du

squelette, l'enveloppe fibreuse existe d'abord à l'état de périchondre et prend plus tard le nom de périoste, sans se modifier sensiblement dans ses principaux attributs et sa structure.

D. Ligaments. — Les parties fibreuses péri-articulaires revêtent toutes, à des degrés divers, la forme membraneuse. Autour des grandes enarthroses cette forme s'élève à son type le plus parfait. Autour des trochlées, les ligaments prennent la configuration de faisceaux aplatis et rubanés qui tendent à se souder par leurs bords. Sur les articulations de moindre importance on constate une disposition analogue. Presque tous par leurs faces profondes sont tapissés en partie ou en totalité par les synoviales articulaires. Tous aussi par leurs extrémités se continuent sans ligne de démarcation bien arrêtée avec l'enveloppe des os et des cartilages. Quelques-uns en sont bien manifestement une dépendance; tel est le ligament antérieur des symphyses sacro-iliaques. Sur le squelette de la face, les ligaments et le périoste se confondent à tel point qu'il n'est plus possible de les distinguer.

E. Membranes fibreuses du système nerveux. — Elles enveloppent la totalité de ce système, mais prennent un nom différent et offrent aussi une disposition bien différente sur sa partie périphérique et sur sa partie centrale. Sur sa partie périphérique, ou sur les nerfs, elles constituent le névrilème. Sur sa partie centrale elles forment la dure-mère.

a. Le névrilème se prolonge sur toute l'étendue des cordons nerveux et sur toutes les divisions qui en partent. Libre en dehors, il donne naissance par sa face interne ou adhérente à des prolongements qui pénètrent dans leur épaisseur sous forme de cloisons et qui engainent les faisceaux à volume décroissant contribuant à les former. Chacune de ces gaines, au moment où le nerf se divise, se sépare des gaines voisines pour accompagner les rameaux qui en partent.

b. La dure-mère se comporte différemment dans le rachis et dans le crâne. Dans le rachis elle prend la forme d'une longue gaine dont les deux faces restent indépendantes. Dans le crâne elle se renfle comme l'encéphale, envoie des prolongements entre ses parties principales, et adhère par sa face externe aux parois de la cavité crânienne.

F. Membranes fibreuses des viscères. — Ces membranes sont peu nombreuses. Dans le tronc elles sont représentées par la pie-mère spinale, l'enveloppe fibreuse du foie et celle des reins. Hors du tronc elles ont pour représentants la sclérotique, la tunique albuginée des testicules et l'enveloppe fibreuse du pénis.

Les membranes fibreuses des viscères du tronc ont pour caractère commun leur transparence, leur extrême minceur et leur faible résistance. Celles des organes situés en dehors du tronc se distinguent par

des attributs opposés. Elles sont opaques, épaisses, extrêmement résistantes. Nous verrons que les premières peuvent être rattachées au tissu conjonctif. Les secondes seules appartiennent au système fibreux.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME FIBREUX

La structure du système fibreux est encore peu connue. La méthode histo-chimique avec ses réactifs très dilués est impuissante à la démontrer. La méthode des coupes nous a transmis sur cette structure quelques données intéressantes que nous mentionnerons; mais elle a vainement tenté jusqu'ici de résoudre les problèmes qu'elle soulève. Ces problèmes, la méthode des dissociations nous en donnera la

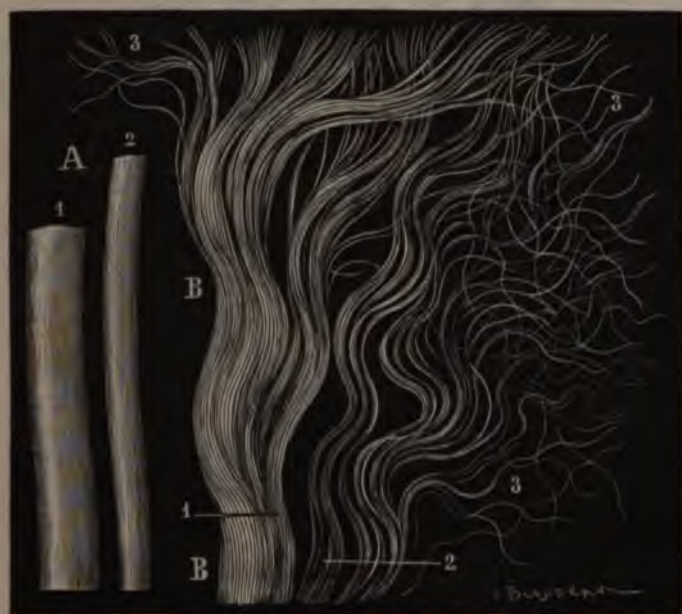


FIG. 20. — Fibres des faisceaux primitifs des tendons.

A. Deux faisceaux primitifs d'inégal volume. — 1, gros faisceau primitif. — 2, un faisceau primitif plus petit.

B, B. Un faisceau primitif dont les fibres sont dissociées. — 1, tronc du faisceau primitif. — 2, divisions détachées de ce tronc. — 3, 3, 3, fibres dissociées et flottantes.

solution ; c'est aux puissants réactifs dont elle dispose que nous allons la demander. Le lecteur comparera les résultats qu'elle donne avec ceux qu'ont donnés les méthodes précédentes.

Le système fibreux est constitué par une partie fondamentale, le tissu fibreux, et par des parties accessoires.

§ 1^{er}. — TISSU FIBREUX.

Le tissu fibreux comprend dans sa composition des faisceaux fibreux et des cellules. Ces deux éléments ne sont pas également développés et également apparents dans toutes ses dépendances. C'est dans les tendons qu'ils arrivent à leur plus haut degré de manifestation ; c'est donc dans ces organes que nous allons d'abord les étudier.

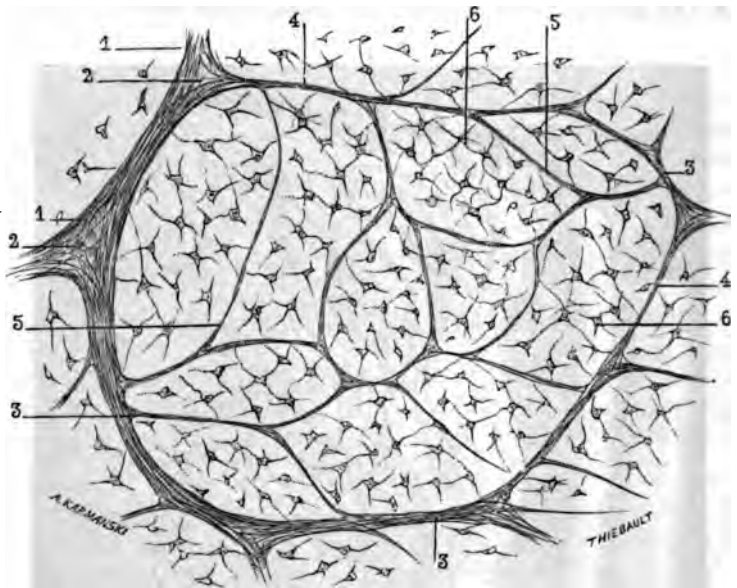


FIG. 21. — Coupe transversale d'un faisceau fibreux de second ordre.

1, 1, deux cloisons offrant une assez grande épaisseur et séparant le faisceau secondaire d'un autre faisceau du même ordre. — 2, 2, deux centres d'irradiation, formés par la rencontre de trois cloisons ; au niveau de ces centres on voit le bord des faisceaux prismatiques du tendon s'arrondir. — 3, 3, 3, cloisons moins épaisses que les précédentes, desquelles se détachent des cloisons plus minces. — 4, 4, cloisons plus minces encore, et dans lesquelles cheminent cependant des vaisseaux et des nerfs. — 5, une cloison extrêmement mince, qui sépare deux faisceaux primitifs. — 6, 6, cellules étoilées, situées dans l'épaisseur des faisceaux primitifs, à des distances à peu près égales.

A. — **Faisceaux fibreux.**

Étant donné un tendon, celui du demi-tendineux par exemple, ou du droit interne, on le plonge dans l'eau bouillante : il se contourne en tous sens, comme un serpent pris de soudaines convulsions, puis se rétracte au point de perdre les deux tiers de sa longueur, se redresse ensuite, devient rigide, jaunâtre, et se conserve indéfiniment dans cet état en se desséchant. C'est alors qu'on peut faire usage de la méthode des coupes et prendre une première notion de sa structure. Dans ce but, on nivelle une de ses extrémités avec une scie à dents fines, et, après avoir humecté cette extrémité avec une goutte d'alcool à 36 degrés, on en détache une ou plusieurs tranches minces, totales ou partielles, qu'on laisse tomber dans ce liquide. L'une de ces coupes

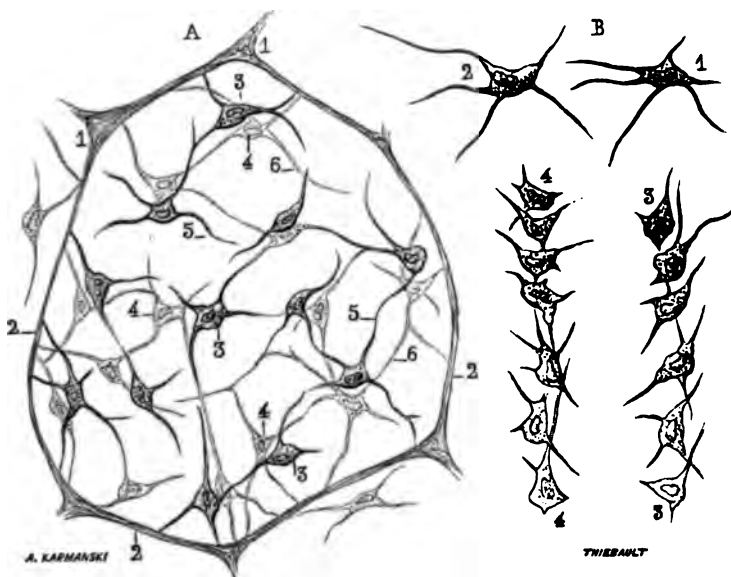


FIG. 22. — Cellules étoilées des faisceaux primitifs.

A. *Coupe d'un faisceau primitif.* — 1, 1, cloison d'une certaine épaisseur. — 2, 2, 2, cloisons plus minces. — 3, 3, 3, cellules étoilées représentant des têtes de colonnes. — 4, 4, 4, cellules sous-jacentes aux précédentes. — 5, 5, prolongements par lesquels les cellules s'anastomosent. — 6, anastomose de deux cellules plus profondes.

B. *Deux cellules représentant chacune une tête de colonne.* — 1, 2, ces cellules avec leurs noyaux et leurs prolongements. — 3, 3, cellules sous-jacentes à la tête de colonne du côté droit. — 4, 4, cellules sous-jacentes à la tête de colonne du côté gauche.

étant déposée sur le porte-objet et arrosée avec un acide très dilué, on la recouvre d'une lamelle et on l'examine au microscope.

Cet examen démontre que le tendon est entouré d'une enveloppe très manifeste. Cette enveloppe est formée par des faisceaux de tissu conjonctif et des fibres élastiques assez nombreuses, mais en général de petites dimensions. Dans son épaisseur on observe des vaisseaux et des nerfs. De sa face interne partent des prolongements de nature conjonctivale, qui se divisent en cloisons de plus en plus minces et qui finissent par se réduire à une ténuité extrême. Dans toutes ces cloisons, depuis leur point de départ jusqu'à leur extrémité terminale, cheminent des artérioles, des veinules et des filets nerveux, lesquels se ramifient en s'anastomosant dans leur trajet.

Ce premier examen nous enseigne que le tendon se compose d'un certain nombre de faisceaux principaux, possédant chacun une enveloppe très distincte. Ceux-ci sont formés de faisceaux plus petits ou de second ordre, entourés d'une enveloppe plus mince. Aux faisceaux secondaires succèdent des faisceaux de troisième ordre et quelquefois des faisceaux plus petits encore, pourvus aussi d'une enveloppe, mais qui ne se divisent plus. Ces faisceaux, qui ne se divisent plus, sont les *faisceaux primitifs*. Les tendons, en définitive, sont donc composés de faisceaux à volume décroissant et de cloisons se continuant entre elles et formant, par leur continuité, des gaines de calibre décroissant aussi. Étudions ces gaines et ces faisceaux.

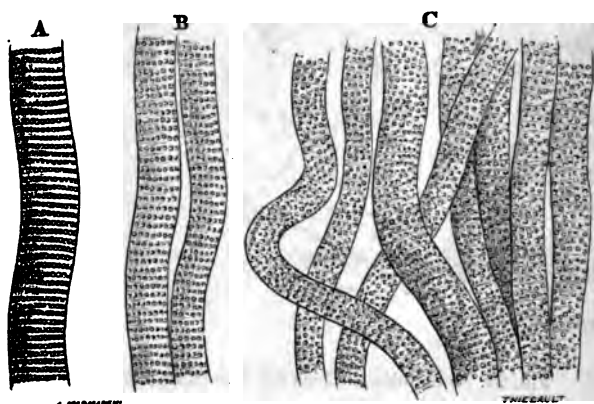


FIG. 23. — Granules des faisceaux primitifs.

A. Un faisceau de moyen volume. Les granules qui contribuent à former ses fibres sont rangés en séries transversales et parallèles. — B. Deux autres faisceaux juxtaposés sur lesquels on remarque la même disposition des granules, qui sont seulement un peu moins apparents. — C. Un groupe de faisceaux primitifs sur lesquels les granules tendent à se séparer. Sur quelques points de leur trajet ils ne paraissent plus que très faiblement unis par la substance amorphe.

1^o **Gaines.** — Leur structure est très simple et facile à reconnaître. Elles ont toutes pour élément principal une trame de faisceaux conjonctifs s'entre-croisant dans tous les sens, et pour éléments secondaires des artères se divisant dans cette trame en un très grand nombre de ramifications. Ces artères, les coupes ne les montrent pas; mais la méthode des dissociations les met très bien en évidence. A côté des artères marchent d'innombrables veinules qui affectent une disposition analogue et quelquefois plus compliquée. Aux vaisseaux sanguins se joignent des filets nerveux, que les coupes sont également impuissantes à démontrer, et que la méthode des dissociations dévoile aussi dans tout leur jour. A ces éléments s'ajoutent encore des traînées de tissu adipeux qui sont constantes, même chez les individus les plus maigres. Aussi, pour l'étude des vaisseaux et des nerfs, convient-il de donner la préférence aux enfants âgés seulement de quelques semaines.

2^o **Faisceaux des divers ordres.** — Fortement enchainés dans leur situation relative par les gaines qui les entourent, ces faisceaux

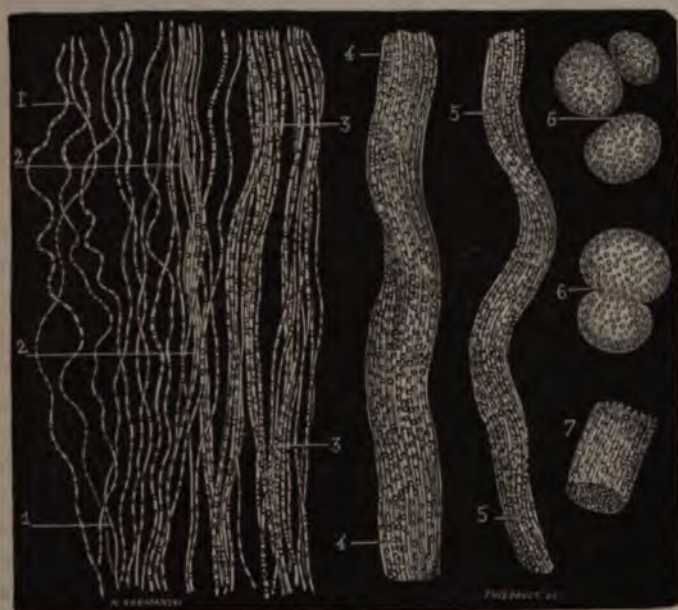


FIG. 24. — Granules des fibres conjonctives et des faisceaux primitifs.

1, 1, fibres dissociées et flottantes. — 2, 2, groupe formé de fibres encore juxtaposées. — 3, 3, deux groupes semblables plus volumineux. — 4, 4, un faisceau dont les granules ne sont plus disposés en séries. — 5, 5, un autre faisceau dont les granules tendent aussi à se séparer. — 6, 6, coupe de plusieurs faisceaux avec leurs granules. — 7, extrémité terminale d'un faisceau vu obliquement.

se compriment mutuellement et sont limités par des facettes qui tendent à s'arrondir sur leurs bords. Le nombre des faisceaux principaux varie dans chaque tendon, selon son volume ; il en est de même des faisceaux de second et de troisième ordre. Tous ces faisceaux et fascicules adhèrent à leur gaine, comme le tendon à l'enveloppe générale. Ainsi reliés très solidement les uns aux autres, ils donnent à l'organe résultant de leur assemblage une grande résistance qui en maintient la forme, alors même qu'ils subissent une forte pression ou qu'ils jouent le rôle d'une poulie de renvoi.

3° Faisceaux primitifs. — Sur les coupes transversales ces faisceaux se présentent comme le dernier terme de la fasciculation des tendons. Mais sur les coupes longitudinales, et mieux encore sur les préparations obtenues par la méthode des dissociations, on peut constater qu'ils sont eux-mêmes réductibles en un grand nombre de faisceaux plus petits et composés chacun d'innombrables fibres parallèles. Ces derniers seuls mériteraient donc le nom de faisceaux primitifs.

Ainsi ramenés à leur véritable expression, les faisceaux primitifs, d'une extrême ténuité, mais cependant de volume très inégal, ont pour attribut caractéristique leur structure fibrillaire. De quelle nature sont les fibres qui les constituent ? Elles sont incontestablement de même nature que les fibres du tissu conjonctif, dont elles se distinguent toutefois sous quelques rapports. Elles sont plus ténues, plus résistantes, plus adhérentes les unes aux autres, mais se composent aussi d'une substance amorphe et de granules.

Les faisceaux primitifs du système fibreux sembleraient donc assimilables à ceux du tissu conjonctif, si l'on ne considère que leur partie centrale. Ils en diffèrent si l'on compare leur partie périphérique.

Les faisceaux conjonctifs sont entourés d'anneaux et de spires. Les faisceaux fibreux primitifs en sont dépourvus.

Les faisceaux conjonctifs sont libres, indépendants ; ils roulent les uns sur les autres. Les faisceaux fibreux sont enlacés de toutes parts par des cellules étoilées qui s'anastomosent par leurs prolongements et qui les unissent très solidement entre eux.

Ajoutons pour caractériser ces différences comme elles méritent de l'être, que les anneaux et spires font partie des faisceaux conjonctifs, et que les cellules étoilées font partie aussi des faisceaux fibreux. Les uns et les autres sont dépourvus d'une enveloppe proprement dite ; mais celle-ci est en partie représentée d'une part par les anneaux et spires, de l'autre par les cellules étoilées.

Les anneaux et spires nous étant connus, il nous reste à étudier les cellules étoilées des faisceaux primitifs du tissu fibreux. Sur les coupes transversales ces cellules, d'abord mentionnées par Virchow, se voient

déjà, mais si imparfaitement qu'elles ont pu être contestées par quelques auteurs. C'est sur des préparations faites par la méthode des dissociations que je les ai vues d'abord très nettement et dans tous leurs détails. Plus tard, je les ai vues très bien aussi sur des coupes transversales, mais à l'aide d'un artifice que je vais exposer.

Sur les coupes transversales faites par les procédés habituels, on aperçoit un grand nombre de cellules étoilées, dont le contour est toujours vague et dont les prolongements s'accusent mal aussi, en sorte qu'en les observant on hésite à les considérer comme réelles; on reste au moins dans le doute. Mais, si l'on prend un tendon ramolli par l'action de l'eau bouillante longtemps prolongée, puis immergé douze ou quinze jours dans la liqueur de Muller, et conservant une certaine mollesse, on pourra étaler les coupes transversales qu'on en détache. Sur ces coupes, on ne voit d'abord que les cellules déjà connues. Mais en les comprimant, on reconnaît bientôt que chacune de ces cellules est une tête de colonne. En renversant la colonne par voie de compression, les cellules sous-jacentes glissent les unes sur les autres, se disposent en séries horizontales et deviennent alors très distinctes. Leur contour se dessine, leurs prolongements s'isolent et leur aspect devient tout à fait concluant. En étudiant les cellules du système fibreux à l'aide de la méthode des dissociations, nous allons retrouver ces cellules étoilées et nous compléterons leur description (fig. 22 et 25).

B. — Cellules du système fibreux.

C'est encore aux tendons qu'il faut avoir recours pour étudier ces cellules. Mais tous ne sont pas également favorables, et sur ceux qui se prêtent le mieux à cette étude, toutes les parties ne sont pas également avantageuses. On donnera la préférence aux tendons fléchisseurs des phalanges, et particulièrement aux tendons perforants. La partie de ces tendons qui se trouve logée dans les gaines synoviales est incomparablement la meilleure. Parmi les animaux sur lesquels on peut prendre ces tendons, le lièvre se place au premier rang. Le lapin est excellent aussi; le chien également. Les tendons des pattes postérieures, étant plus larges et plus gros, sont préférables à ceux des pattes antérieures.

Les oiseaux peuvent être utilisés dans le même but; le canard, sous ce rapport, se range à côté du lièvre.

Pour l'étude des cellules, la méthode des dissociations est d'une absolue nécessité. Elle les montre très bien, dans leur forme, dans leurs rapports, dans leur structure. Les tendons perforants postérieurs

étant pris sur l'un des animaux que je viens de mentionner, on les immergera pendant vingt-quatre ou trente heures dans cette solution :

Acide sulfurique au 5°..... 9 parties.
Acide acétique ordinaire..... 1 partie.

Ce laps de temps écoulé, on lave l'un de ces tendons à grande eau dans une capsule en plaçant celle-ci sous un robinet, puis on verse dans cette capsule la même solution ainsi atténuée :

Acide sulfurique au 20° ou au 30°..... 9 parties.
Acide acétique..... 1 partie.

Après une ébullition d'une à deux minutes, on explore la consistance du tendon : si elle conserve encore une certaine fermeté, il faut prolonger l'ébullition ; si le tendon est mou et se déprime facilement au contact, il convient de la suspendre brusquement en laissant tomber un courant d'eau froide dans la capsule. Cette opération est délicate ;

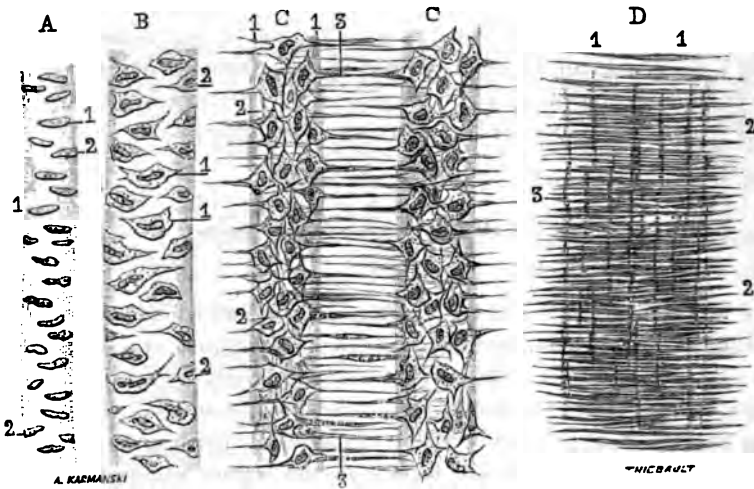


FIG. 25. — Cellules étoilées des tendons.

A. Faisceau primitif, entouré de cellules étoilées dont les noyaux sont seuls visibles. — 1, 1, noyaux vus dans toute leur longueur. — 2, 2, noyaux situés sur les bords du faisceau et commençant à le contourner.

B. Un faisceau plus gros, recouvert de cellules dont les prolongements ne sont pas mis en évidence. — 1, 1, deux cellules occupant la partie moyenne du faisceau. — 2, 2, deux cellules situées sur les bords et les contournant.

C. C. Deux faisceaux primitifs recouverts de cellules dont les prolongements sont bien visibles. — 1, 1, limites des faisceaux. — 2, 2, corps des cellules. — 3, 3, leurs prolongements.

D. Cellules fusiformes. — 1, 1, ces cellules transversalement dirigées et par consé-

il importe que le tendon ne soit ni trop, ni trop peu ramolli; l'expérience apprendra à chaque observateur à saisir le moment le plus opportun. Les quatre tendons du même mammifère, ou les trois tendons du même palmipède étant simultanément soumis à l'action du réactif froid, si la première opération ne réussit pas, on en prend un second, et s'il le faut un troisième; le succès ne se fera pas attendre.

Le tendon étant préparé, on procède aussitôt à l'examen microscopique. Ici encore un réactif devient nécessaire. Je prends le suivant qui ne laisse rien à désirer :

Acide acétique au 100^e..... 1 partie.
Glycérine..... 2 ou 3 parties.

Une goutte de ce réactif versée sur la particule du tendon que l'on veut examiner lui communique une grande transparence. Pour rendre cette transparence plus grande, on comprime assez fortement la prépa-

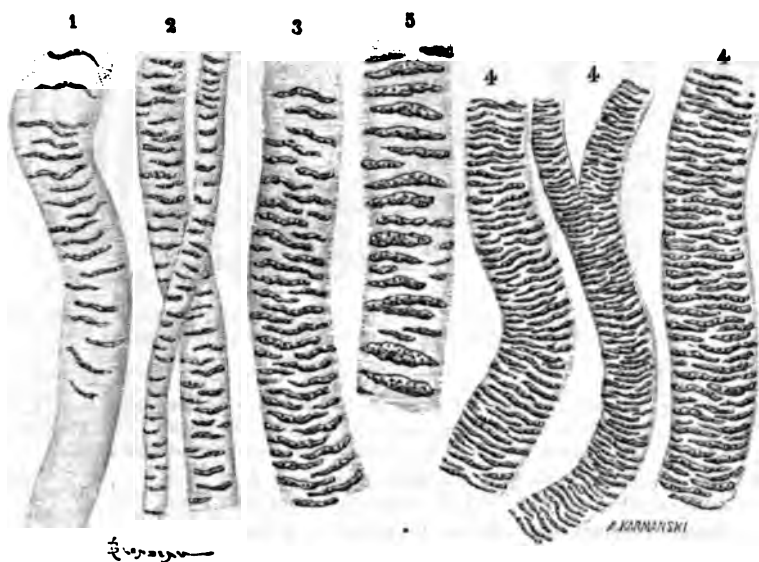


FIG. 26. — Fibres de noyaux.

1, faisceau primitif recouvert par des noyaux de cellules étoilées, très espacés. — 2, deux faisceaux d'inégal volume, recouverts par des noyaux plus rapprochés. — 3, un gros faisceau, dont les noyaux très nombreux et granuleux s'entre-croisent. — 4, 4, 4, faisceaux plus riches encore et dont les noyaux sont très allongés. — 5, un gros faisceau, dont les noyaux sont très longs, très volumineux et très granuleux.

quent perpendiculaires aux faisceaux primitifs, qu'elles relient solidement les uns aux autres. — 2, 2, leurs extrémités terminales. — 3, au-dessous de ces cellules on entrevoit des rangées de cellules cubiques, à peine apparentes, celles-ci étant voilées par les précédentes.

ration qui s'étale largement, et l'on voit alors toutes les cellules apparaître éclatantes de lumière, disposées en longues séries sur les parties incomplètement dissociées, isolées sur une foule d'autres, et se présentant sous toutes leurs faces et dans toutes leurs variétés.

Ces cellules diffèrent si notablement qu'il importe de les distinguer en plusieurs groupes si l'on veut en prendre une connaissance complète.

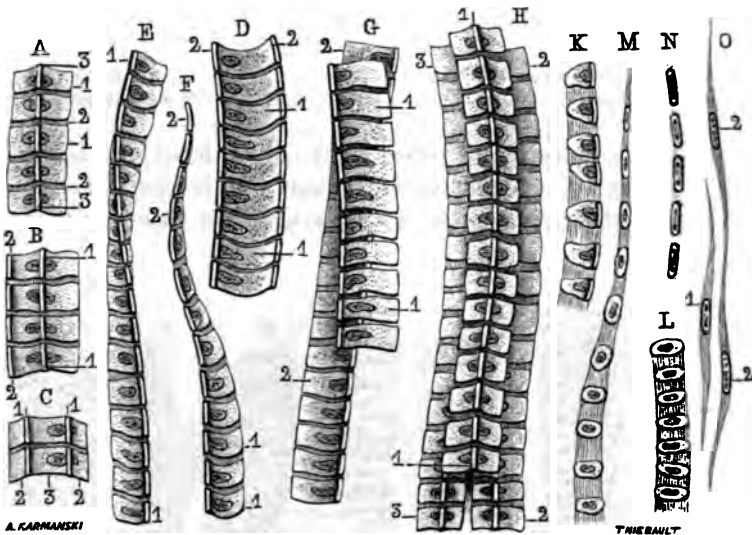


FIG. 27. — Cellules cubiques, ovoïdes et fusiformes des tendons.

A. Cellules cubiques dont on voit deux facettes séparées par une crête. — 1, 1, facettes s'appliquant par leur concavité aux faisceaux primitifs voisins. — 2, 2, facettes par lesquelles elles s'unissent. — 3, 3, crêtes qui séparent les facettes visibles.

B. Cellules cubiques dont on voit deux facettes et deux crêtes. — 1, 1, crêtes séparant les facettes visibles. — 2, 2, crêtes situées sur leurs bords.

C. Cellules cubiques dont on voit trois facettes et deux crêtes. — 1, 1, les deux crêtes. — 2, 2, les deux facettes latérales. — 3, facette médiane.

D. Cellules cubiques dont on voit une facette limitée par deux crêtes. — 1, 1, facette concave. — 2, 2, crêtes qui la limitent.

E. Une rangée de cellules cubiques qui se contourne, en sorte qu'on voit supérieurement leur facette droite et inférieurement leur facette gauche. — 1, 1, crête médiane, qui sépare les deux séries de facettes.

F. Extrémité terminale d'une rangée de cellules cubiques. — 1, 1, grandes cellules. — 2, 2, cellules diminuant progressivement de volume.

G. Deux rangées de cellules cubiques qui se croisent obliquement. — 1, 1, rangée supérieure. — 2, 2, rangée inférieure.

H. Trois rangées de cellules cubiques. — 1, 1, rangée supérieure recouvrant la moitié de chacune des deux rangées inférieures. — 2, 2, rangée inférieure droite,

Je les diviserai en cinq ordres : cellules étoilées, cellules cubiques, cellules sphériques ou ovoïdes, cellules cylindriques, cellules fusiformes.

a. Les **cellules étoilées** que nous avons déjà vues sur les coupes transversales des tendons rétractés et desséchés, que nous avons mieux vues sur les coupes des tendons ramollis et comprimés, la compression les faisant glisser les unes sur les autres, en transformant les séries ver-

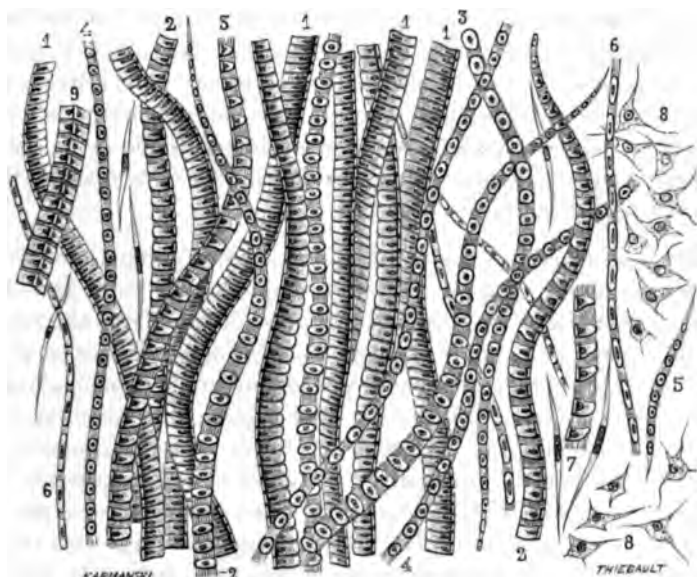


FIG. 28. — Les cinq variétés de cellules des tendons groupées sur un même point.

Dans la même préparation on trouve souvent plusieurs groupes semblables, flottant çà et là dans la glycérine acidulée (glycérine, 3 parties ; acide acétique au 100°, 1 partie).

1, 1, 1, 1, quatre rangées de cellules cubiques. — 2, 2, deux rangées de cellules ovoïdes et semi-ovoïdes. — 3, 4, 4, trois rangées de cellules sphériques. — 5, une rangée fusiforme de petites cellules ovoïdes. — 6, 6, deux rangées de cellules cylindriques ; les cellules se continuent par leur protoplasme. — 7, 7, deux cellules fusiformes. — 8, 8, cellules étoilées. — 9, une rangée de cellules cubiques sur lesquelles on voit deux de leurs facettes séparées par une crête médiane.

dont la moitié gauche est recouverte. — 3, 3, rangée inférieure gauche, dont la moitié droite est recouverte aussi.

K. *Cellules semi-ovoïdes recouvrant un faisceau primitif qu'on aperçoit dans leurs intervalles.*

L. *Cellules ovoïdes, régulièrement espacées et laissant voir aussi dans leurs intervalles le faisceau primitif sous-jacent.*

M. *Extrémité terminale d'une rangée de cellules ovoïdes.*

N. *Rangée de cellules cylindriques se continuant par leurs extrémités terminales.*

O. *Cellules fusiformes.* — 1, cellule indépendante. — 2, 2, deux cellules semblables, qui se continuent par leurs extrémités.

ticales en séries horizontales, ces cellules nous les retrouvons sur nos tendons pulpeux et largement étalés. Mais elles se présentent ici dans leur situation normale, couchées sur les faisceaux primitifs, recouvrant ceux-ci et les entourant sur tout leur contour. Elles deviennent alors vraiment remarquables par leurs prolongements, qui rayonnent dans toutes les directions. Les uns contournent le faisceau primitif sur lequel elles reposent, s'anastomosent avec ceux des cellules opposées, et forment ainsi autour de chaque faisceau un réseau qui l'enlace complètement et qui lui forme une sorte d'enveloppe. Les autres, dirigés en sens contraire, se prolongent sur plusieurs faisceaux qu'ils relient entre eux; d'autres enfin, ascendants et descendants, se comportent de même à l'égard des faisceaux situés sur des plans différents. De là un plexus inextricable enserrant tous les faisceaux primitifs et donnant au tissu fibreux la densité qui lui est propre.

Les noyaux de ces cellules méritent une mention particulière. Henle les avait vus sans distinguer, ni leur protoplasme, ni leurs prolongements, ni les fibrilles des faisceaux primitifs; et à ces faisceaux recouverts de noyaux il donna le nom de *fibres de noyau*. C'est sous cet aspect que les cellules étoilées se présentent en effet quelquefois, et particulièrement dans les ligaments inter-épineux des vertèbres lombaires chez l'homme. Les noyaux des cellules de ces ligaments sont très allongés et transversalement dirigés, souvent très rapprochés. Sur d'autres parties fibreuses j'ai rencontré aussi ces mêmes noyaux; ils étaient beaucoup plus courts; les faisceaux primitifs sous-jacents étaient peu distincts, assez fréquemment même tout à fait invisibles. Mais de ces faits il résulte clairement que les fibres de noyaux sont des faisceaux primitifs dont les cellules étoilées ne se trouvent représentées que par un de leurs éléments, tous les autres restant dans l'ombre (fig. 26).

b. Les **cellules cubiques** s'accusent aussi par des caractères très nets. Elles sont situées entre les faisceaux primitifs, dont elles restent séparées par les cellules étoilées qui en forment l'enveloppe. Comme ces dernières, elles se disposent en longues séries, en s'ajoutant les unes aux autres et en adhérant entre elles. Leur forme étant cubique, on peut leur distinguer six faces. De ces six faces, quatre répondent à autant de faisceaux sur lesquels elles se moulent; elles sont concaves par conséquent, et séparées par des crêtes ou vives arêtes qui répondent à l'intervalle des faisceaux. Ces crêtes formées par le rapprochement des deux faces adjacentes offrent un contour arrondi. La cinquième et la sixième facette s'unissent aux facettes correspondantes des cellules qui les précèdent et les suivent. Les noyaux de ces cellules sont assez gros et bien visibles.

Dans l'intervalle compris entre les faisceaux primitifs auxquels

elles s'appliquent, on voit souvent deux et même trois rangées de cellules cubiques qui se recouvrent en partie (fig. 27, G, H).

Certaines rangées sont formées de grosses et larges cellules; d'autres se composent de cellules courtes; elles présentent donc quelques variétés, sans s'éloigner beaucoup du type qui leur est commun.

c. Les **cellules sphériques ou ovoïdes** pourraient être considérées comme une modification des précédentes. Elles forment aussi de longues rangées situées dans les espaces inter-fasciculaires. Mais elles ne

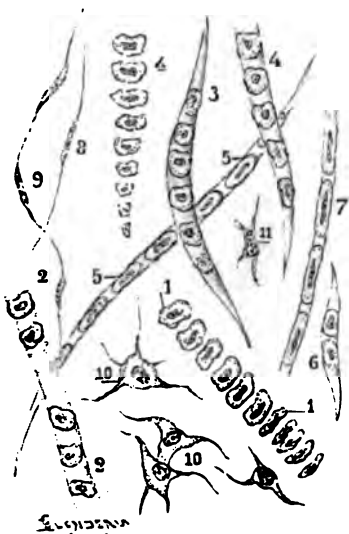


FIG. 29. — Cellules des ligaments croisés du genou.



FIG. 30. — Cellules du ligament rotulien.

FIG. 29. — 1, 1, une rangée de cellules ovoïdes dont le grand axe est transversal. — 2, 2, une rangée de cellules sphériques. — 3, une fibre fusiforme composée de cellules sphériques. — 4, 4, extrémité terminale de deux fibres semblables. — 5, une fibre fusiforme composée de cellules ovoïdes dont le grand axe est longitudinal. — 6, petite fibre fusiforme composée seulement de deux cellules. — 7, une fibre, formée de cellules cylindriques indépendantes. — 8, une cellule fusiforme. — 9, trois cellules semblables se continuant par leur sommet. — 10, 10, cellules étoilées. — 11, cellule étoilée de très petites dimensions.

FIG. 30. — 1, un faisceau primitif recouvert par des noyaux de cellules étoilées et considéré autrefois comme une fibre de noyaux. — 2, 2, une courte rangée de cellules sphériques. — 3, un tronçon de faisceaux primitifs, recouvert de cellules ovoïdes transversales, très allongées. — 4, 4, extrémité terminale d'une fibre fusiforme. — 5, une fibre fusiforme entière et très courte. — 6, une fibre fusiforme, composée de deux cellules. — 7, une cellule fusiforme. — 8, deux cellules fusiformes très petites qui se continuent par leur extrémité. — 9, 9, 9, cellules étoilées.

se touchent pas ; elles restent indépendantes et se trouvent quelquefois séparées par d'assez longs intervalles. Dans ces intervalles on aperçoit les fibrilles des faisceaux primitifs. Dans certaines rangées elles prennent une forme demi-circulaire, étant limitées d'un côté par un bord rectiligne et de l'autre par un bord curviligne (fig. 27, K).

d. Les **cellules cylindriques** sont beaucoup plus rares que les précédentes et un peu moins faciles à reconnaître. En se continuant par leur protoplasme, elles forment des fibres sur lesquelles on voit de distance en distance des noyaux cylindriques aussi. Sur quelques points elles conservent leur indépendance et sont alors plus ou moins espacées.

e. Les **cellules fusiformes** se distinguent, au contraire, par leur abondance. Elles se continuent aussi. De leur continuité résultent des fibres très déliées, notablement plus petites que les fibres cylindriques, et différant de celles-ci par les renflements qu'elles présentent sur leur trajet ; ces renflements correspondant à leurs noyaux. Ceux-ci pendant longtemps avaient seuls été observés. On rencontre ces fibres fusiformes, non seulement dans le système fibreux, mais dans le système conjonctif. Elles accompagnent les artérioles et les veinules en leur formant une gaine spéciale et bien distincte.

Dans les tendons les fibres fusiformes diffèrent par leur siège et leur direction. Les unes sont situées entre les faisceaux primitifs et suivent une direction longitudinale. Les autres sont perpendiculaires aux faisceaux qu'elles contribuent à unir très fortement. Elles sont congénères à ce point de vue des cellules étoilées (fig. 25, D).

Considérées, non plus dans leur forme, mais dans leurs connexions, on voit que les cinq ordres de cellules pourraient être ramenés à deux seulement : celles qui se continuent par leurs extrémités ou leurs prolongements, et celles qui restent indépendantes. Dans le premier groupe rentrent les cellules étoilées, les cellules cylindriques et les cellules fusiformes ; dans le second, les cellules cubiques, les cellules sphériques et les cellules ovoïdes ou semi-ovoïdes. Les premières jouent le rôle de liens à l'égard des fibrilles ; les secondes semblent avoir pour destination de produire la matière amorphe et les granules.

§ 2. — PARTIES ACCESSOIRES DU SYSTÈME FIBREUX.

Le système fibreux comprend dans sa structure un grand nombre de parties accessoires sur lesquelles la méthode des coupes ne nous a rien appris. Plus féconde dans ses résultats, la méthode des dissociations nous permettra d'en prendre une notion assez complète. Grâce à elle ces parties accessoires apparaissent avec une si grande netteté qu'elles

défient toute contestation et méritent de prendre rang au nombre des acquisitions les plus positives de la science.

Parmi ces parties accessoires il en est qui ne méritent qu'une simple mention, tels sont les fibres élastiques et le tissu adipeux. Les autres au contraire se recommandent par leur grande importance ; dans cette seconde catégorie se trouvent des artères, des veines, des capillaires, des ramifications nerveuses et des corpuscules de Pacini.

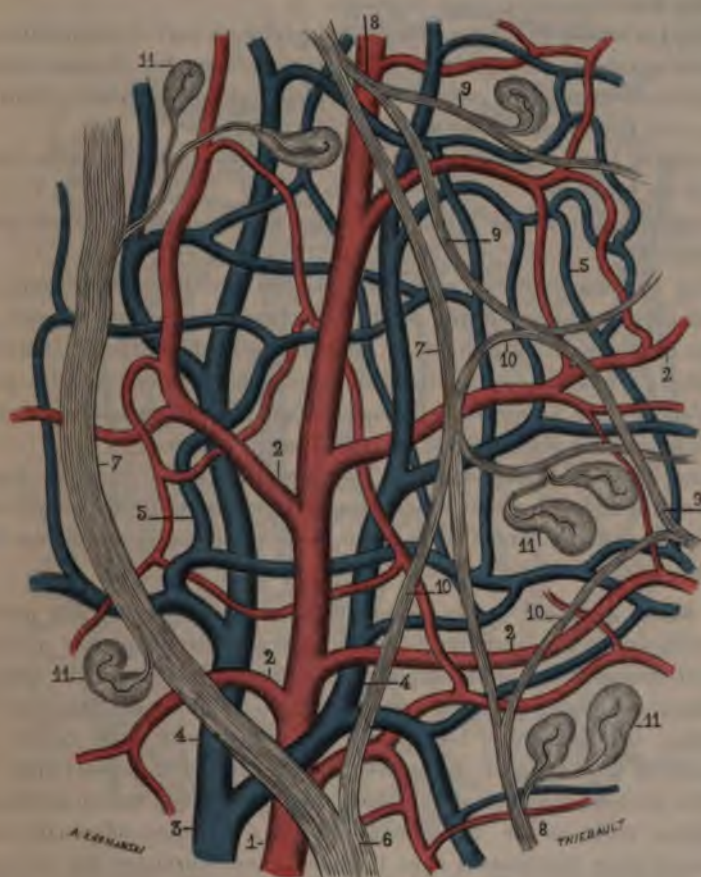


FIG. 31. — Vaisseaux, nerfs et corpuscules de Pacini du tendon du muscle droit interne chez un enfant de six mois.

1, artère. — 2, 2, 2, 2, ses principales branches. — 3, veine. — 4, 4, ses deux branches. — 5, 5, divisions plus petites s'anastomosant entre elles. — 6, tronc nerveux. — 7, 7, ses deux branches. — 8, un filet nerveux cheminant en sens inverse du précédent. — 9, 9, ramuscules qui en partent. — 10, 10, 10, anastomoses de ces nerfs. — 11, 11, 11, corpuscules de Pacini.

A. — **Fibres élastiques et tissu adipeux.**

1° **Fibres élastiques.** — La répartition des fibres élastiques dans le système fibreux est très inégale. Certaines parties en sont presque entièrement dépourvues; sur d'autres elles se montrent en très grand nombre. Une courte revue des principales dépendances du système fibreux nous renseignera sur ce point.

Dans les tendons les fibres élastiques prennent part à la constitution de leur enveloppe. De celle-ci elles passent dans les cloisons interfasciculaires et arrivent jusque sur le pourtour des faisceaux primitifs. Elles sont généralement de petites dimensions.

Dans les ligaments elles sont peu nombreuses et plus difficiles à mettre en évidence.

Dans les aponévroses d'insertion elles sont disposées comme dans les tendons.

Dans les aponévroses d'engainement elles deviennent beaucoup plus abondantes et acquièrent une réelle importance, mais n'offrent pas sur toutes la même disposition: à la jambe elles se mêlent aux faisceaux primitifs; sur la cuisse elles forment un plan particulier, de telle sorte que l'aponévrose fémorale se compose d'un plan superficiel de nature élastique et d'un plan profond essentiellement fibreux.

Dans la sclérotique, dans la tunique albuginée, dans la dure-mère crânienne, elles sont extrêmement rares. Dans la dure-mère spinale elles sont au contraire si multipliées que celle-ci semble en être presque exclusivement composée.

2° **Tissu adipeux.** — La couleur blanche de la plupart des parties qui composent le système fibreux pourrait faire supposer qu'elles restent étrangères au tissu adipeux. Ce serait une très grande erreur. Ce tissu se montre presque partout en très notable quantité dans les tendons, les ligaments, les aponévroses, en un mot dans celles qui dépendent de l'appareil locomoteur, ce qui rend l'étude de toutes ces parties souvent difficile, alors même qu'on les prend sur un enfant de quelques mois ou de quelques jours. Les cellules adipeuses sont beaucoup plus clairsemées dans les membranes fibreuses des viscères. Elles se trouvent rarement isolées; on les voit se rassembler le plus souvent en îlots, en nappes, en amas de configurations très variées.

B. — **Artères, veines et capillaires.**

1° **Artères et veines.** — Tous les auteurs répètent encore que les parties fibreuses du corps possèdent à peine quelques vaisseaux sanguins;

que l'absence presque totale d'artérioles et de veinules dans leur épaisseur est un des caractères qui les distinguent; qu'étant peu vasculaires, elles ne jouissent aussi que d'une faible vitalité: autant d'erreurs dont la méthode des coupes est seule responsable. Pour l'étude de ces vaisseaux renonçons donc à son usage, puisqu'elle a donné tant de preuves de son insuffisance, et consultons la méthode des dissociations.

Prenons encore les tendons qui nous ont été déjà si utiles, et voyons

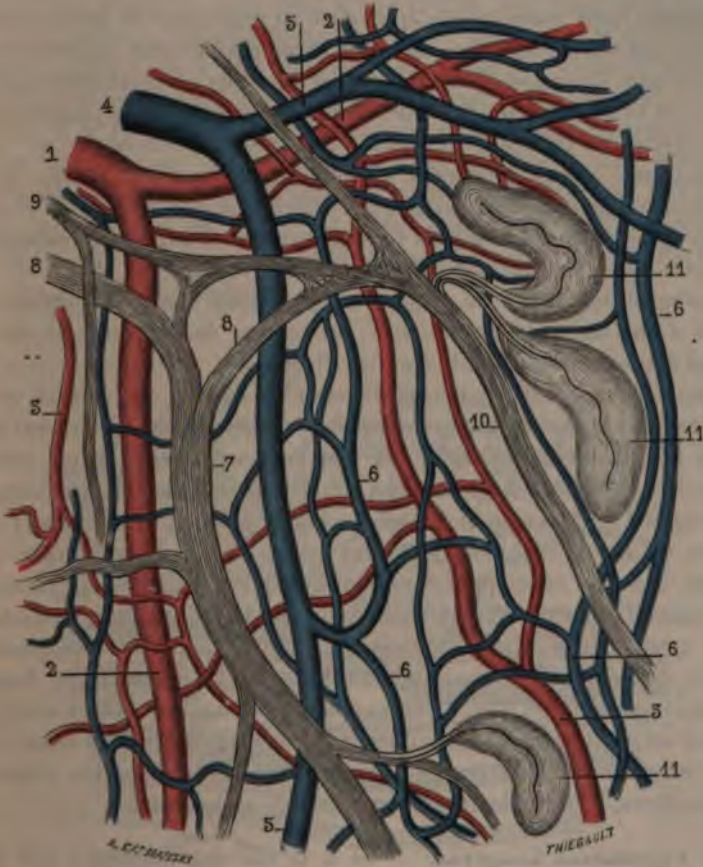


FIG. 32. — Vaisseaux, nerfs et corpuscules de Pacini, du tendon du plantaire grêle chez un enfant de deux mois.

1, artère. — 2, 2, ses deux branches. — 3, 3, autres divisions artérielles. — 4, veine. — 5, 5, ses deux branches. — 6, 6, 6, 6, divisions de troisième ordre. — 7, tronc nerveux. — 8, 8, ses deux principales divisions. — 9, un ramuscule nerveux qui s'anastomose avec les divisions du nerf précédent. — 10, un autre rameau nerveux qui reçoit deux branches anastomotiques dans son trajet. — 11, 11, 11, trois beaux corpuscules de Pacini.

si leur vascularité est aussi pauvre qu'on l'a si longtemps supposé. L'un de ces organes étant préparé par les procédés exposés précédemment, nous en plaçons une particule sur le porte-objet du microscope, nous l'arrosions avec le réactif dont la formule nous est connue aussi, puis nous la recouvrons avec une mince lamelle en la comprimant pour la bien étaler et lui donner une grande transparence.

Notre tendon étant ramolli, étalé et bien transparent, que voyons-nous? Une artériole à peine ébauchée! une obscure veinule! un capillaire équivoque! non; nous voyons apparaître au grand jour de belles artères, d'un rouge vif, recouvertes de leurs fibres musculaires, se divisant, se subdivisant, s'anastomosant, cheminant dans les cloisons inter-fasciculaires et se prolongeant par leurs dernières ramifications jusque sur la périphérie des faisceaux primitifs. Nous voyons en outre, et nous voyons non moins éclatantes d'évidence, de grosses veines d'une couleur rouge aussi, qui suivent les artères, qui se comportent comme elles, qui s'anastomosent plus souvent encore, et qui les accompagnent jusqu'à leur terminaison. Est-ce là une vascularité obscure? une vascularité douteuse? On a pu le penser aussi longtemps qu'on s'est servi d'une méthode défectueuse; on cessera de le croire en faisant usage d'une méthode meilleure (fig. 31, 32, 33).

Dans les autres dépendances du système fibreux, les artères et les veines ne sont pas moins développées. Les préparations qu'on peut faire avec les ligaments fasciculés ou membraneux, celles qu'on obtient avec les aponévroses d'insertion et les aponévroses d'engainement, témoignent de la même richesse. Mais la disposition des vaisseaux sanguins est moins régulière; ils sont moins faciles à suivre dans leur trajet. Dans les enveloppes fibreuses de l'œil et du pénis ces vaisseaux deviennent beaucoup moins abondants. Dans la dure-mère spinale ils sont très rares et représentés par de simples capillaires. On pourrait croire qu'ils sont à la fois très multipliés et très développés dans la tunique albuginée et dans la dure-mère crânienne; mais leur multiplicité n'est qu'apparente, les vaisseaux qui les parcourent ne faisant que les traverser pour se rendre, ceux des testicules dans les vaisseaux séminifères, ceux de la dure-mère dans les os du crâne.

2° Capillaires sanguins. — Si à la vue des vaisseaux qui cheminent dans le tissu fibreux, l'observateur reste étonné de leur nombre et de leur importance, sa surprise est bien autrement grande lorsqu'il lui est donné de voir une préparation sur laquelle les capillaires sont en complète évidence; c'est à leur aspect surtout que la méthode des dissociations se révèle dans toute sa puissance.

Ils se comportent un peu différemment sur le trajet de ces vaisseaux et à leur terminaison. Sur leur trajet ils forment autour des divisions

qui en partent, des arcades et des réseaux qui les entourent. A leur terminaison, ils sont représentés par des anses qui restent isolées sur quelques points, qui s'échelonnent en longues séries sur d'autres, qui se groupent ailleurs pour former de larges bouquets souvent très compliqués. Aucune description ne saurait donner l'idée de l'infinie variété qu'ils présentent dans leurs dispositions.

Reconnaissons donc que le système fibreux est vraiment remarquable par sa vascularité et qu'il jouit d'une vitalité bien supérieure à celle qu'on lui accorde. De cette énergique vitalité découle toute une série de conséquences. C'est à elle qu'il faut faire remonter la cause première des lésions articulaires; c'est à elle surtout qu'il faut rattacher la goutte et le rhumatisme. Que les anatomo-pathologistes renoncent à leurs illusions sur la simplicité de structure des parties fibreuses; qu'ils ne se laissent plus induire en erreur par les procédés de l'histologie moderne; qu'ils se décident enfin à user de procédés moins insuffisants; et ils arriveront très probablement à constater des altérations restées jusqu'ici inconnues.

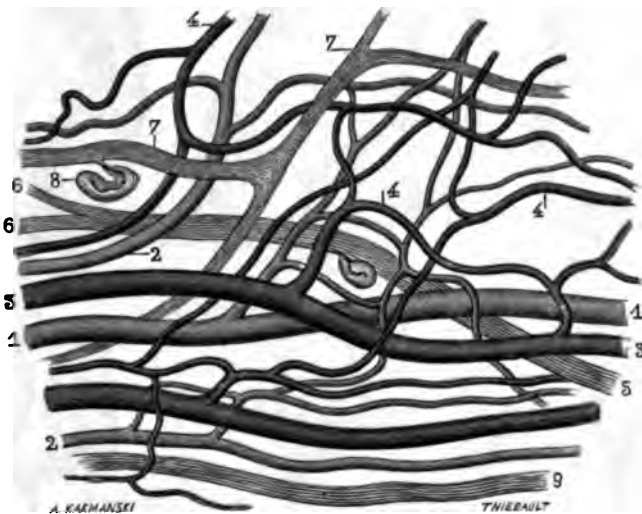


FIG. 33. — Vaisseaux, nerfs et corpuscules de Pacini de l'aponévrose fémorale chez un enfant de six mois.

1, 1, artère. — 2, 2, artérioles. — 3, 3, veine. — 4, 4, 4, veinules. — 5, tronc nerveux auquel est annexé un corpuscule de Pacini. — 6, 6, ses deux branches. — 7, 7, un rameau nerveux. — 8, corpuscule de Pacini annexé à ce rameau. — 9, troisième rameau nerveux.

C. — Nerfs et corpuscules de Pacini.

Ce que j'ai dit des artères, des veines et des capillaires, je pourrai le répéter en parlant des nerfs. La méthode des coupes n'avait entrevu dans le système fibreux qu'un simple vestige de vascularité; elle a été moins heureuse encore avec les nerfs qu'elle passe entièrement sous

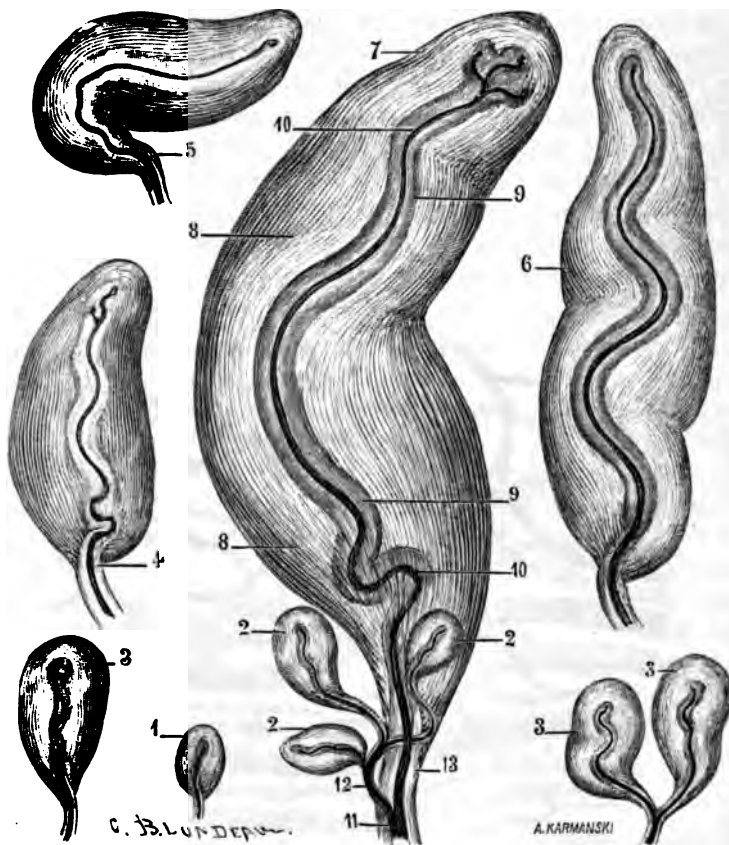


FIG. 34. — Corpuscules de Pacini des tendons chez l'homme.

1, 1, très minime corpuscule. — 2, 2, 2, corpuscules moins petits que le précédent. — 3, 3, 3, corpuscules un peu plus gros. — 4, corpuscules de moyennes dimensions et rectilignes. — 5, corpuscule très fortement infléchi sur son axe. — 6, très gros corpuscule, un peu flexueux. — 7, corpuscule géant. — 8, 8, lamelles qui le constituent. — 9, 9, sa cavité centrale. — 10, 10, cylindraxe qui la parcourt. — 11, filet nerveux qui lui donne naissance. — 12, division de ce filet, qui se subdivise pour se rendre à trois petits corpuscules. — 13, pédicule du corpuscule géant.

silence. Ce second échec, comme le premier, tient à son insuffisance, ainsi que nous allons le constater.

1° *Nerfs du système fibreux.* — Le mode de préparation qui nous a permis de reconnaître l'existence, l'abondance et la disposition des vaisseaux sanguins dans les diverses parties du système fibreux est aussi celui qui convient le mieux pour l'étude des nerfs. La même préparation peut donc être utilisée lorsqu'on se propose d'observer les uns

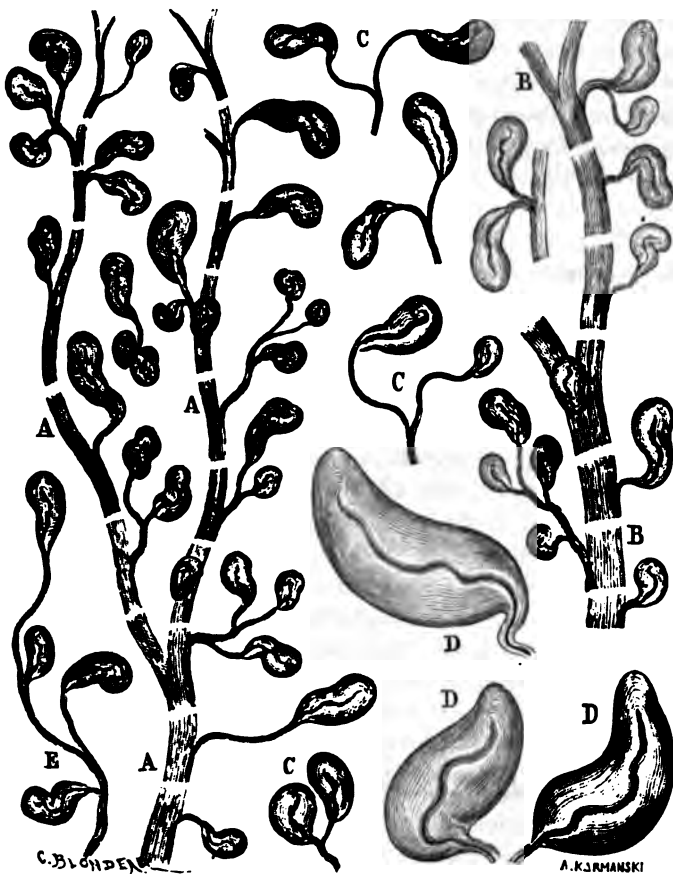


FIG. 35. — Corpuscules de Pacini du tendon du droit interne.

Sur la moitié supérieure de ce tendon, il existait plus de cinquante corpuscules. Pour les représenter, les parties des rameaux nerveux qui en étaient dépourvues ont été excisées, et les corpuscules annexés à des filets épars ont été détachés.

A, A, A. Nerf portant un grand nombre de corpuscules. — B. Autre nerf, sur le trajet duquel il en existait une dizaine. — C, C, C. Petites divisions se terminant chacune par deux corpuscules. — D, D, D. Trois gros corpuscules. — E. Filet nerveux, dont les dernières divisions se perdent dans quatre corpuscules.

et les autres ; j'ajouterai seulement que pour les nerfs, après avoir jeté un premier coup d'œil sur le résultat obtenu, il sera utile de déposer sur les bords de la lamelle une goutte d'acide chromique au 300°. En pénétrant par voie de capillarité elle communique aux vaisseaux une couleur rouge plus vive et rend les nerfs plus apparents. Quelquefois même ils ne se montrent qu'au moment où pénètre ce réactif.

En examinant la préparation ainsi obtenue, nous verrons donc, d'une part les artères, les veines et les capillaires, de l'autre les nerfs et toutes leurs divisions. Ceux-ci accompagnent les vaisseaux sanguins, dont ils s'écartent rarement ; et lorsqu'ils s'en écartent on les voit bientôt s'en rapprocher pour reprendre leur situation primitive. Quelquefois ils les croisent pour passer du côté opposé. Aux grosses artères correspondent les gros troncs nerveux, et à leurs principales divisions les premières branches de ceux-ci, en sorte que les deux ordres de ramifications se font remarquer par leur parallélisme et leurs connexions plus ou moins intimes.

Comme les vaisseaux sanguins, les nerfs cheminent dans les cloisons inter-fasciculaires ; comme ceux-ci, ils s'anastomosent dans leur trajet ; et comme ceux-ci également, à mesure qu'ils deviennent plus déliés, ils se divisent et s'unissent plus souvent, en sorte qu'ils forment par leurs dernières ramifications des réseaux compliqués s'entremêlant presque partout aux réseaux sanguins. Parvenus sur la limite des faisceaux primitifs, ils croisent perpendiculairement les anses terminales des capillaires et disparaissent à leur niveau. Quelques-uns se terminent dans les corpuscules de Pacini ; les autres affectent un mode de terminaison qui me reste inconnu.

Les tubes nerveux dont les nerfs se composent, diffèrent beaucoup par leur diamètre. Il en est de très gros, pourvus d'une épaisse gaine de myéline ; il en est aussi d'extrêmement petits sur lesquels la myéline fait défaut. Entre ces deux types on rencontre tous les degrés intermédiaires. A leur extrémité terminale ils semblent se réduire tous à leurs cylindraxes, d'où l'impossibilité de les suivre plus loin.

2° **Corpuscules de Pacini.** — Comme ceux qu'on voit sous la peau et dans d'autres régions du corps, ces corpuscules sont situés sur le trajet des nerfs, dont chacun d'eux doit être considéré comme une dépendance. On les rencontre particulièrement dans certains tendons au nombre desquels je dois citer en première ligne celui du demi-tendineux et celui du droit interne. Leur existence est constante aussi dans le tendon du plantaire grêle. Ils sont beaucoup plus rares dans les autres et rares aussi dans toutes les autres parties du système fibreux. J'en ai rencontré dans le ligament rotulien, dans l'aponévrose fémorale, dans le péricondre des côtes. Mais, si les corpuscules de Pacini

semblent faire défaut dans la plupart des ligaments, des aponévroses, etc., peut-être ne faut-il imputer leur absence qu'à l'extrême difficulté qu'on éprouve à les découvrir.

Les corpuscules de Pacini sont de volume très divers. Quelques-uns sont de très minimes dimensions, et d'autres très volumineux. Ceux qui offrent un volume moyen sont incomparablement les plus nombreux. Ce n'est pas toujours dans les gros tendons qu'on trouve les plus gros corpuscules. Ceux du plantaire grêle sont quelquefois très considérables. Les nerfs suivant le trajet des vaisseaux, c'est aussi sur le contour de ceux-ci qu'on les rencontre. Il n'est pas rare d'en trouver deux sur le même point et même trois, qui se présentent alors sous l'aspect de petits bouquets.

Ces corpuscules se reconnaissent comme ceux de toutes les autres parties du corps à leur structure lamelleuse. On distingue très bien, dans chacun d'eux, même dans les plus petits, le cylindraxe qui occupe leur partie centrale. On le voit se prolonger jusqu'à la partie inférieure de celle-ci, où il se termine tantôt par un renflement unique, tantôt par deux ou trois branches sinueuses.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME FIBREUX

Nous avons pu déjà constater combien le système fibreux diffère du système conjonctif par ses attributs généraux et combien aussi il en diffère par sa structure. Il n'en diffère pas moins par ses propriétés.

Après avoir considéré les deux systèmes sous ces trois points de vue, nous les rapprocherons pour compléter leur parallèle.

§ 1^{er}. — PROPRIÉTÉS.

Le système fibreux se distingue de tous les autres, et à un très haut degré, par ses propriétés physiques : fermeté, résistance, flexibilité, inextensibilité, tels sont ses attributs les plus caractéristiques.

Sa consistance est toujours d'une grande fermeté. Elle lui permet de supporter les plus fortes compressions sans se laisser déprimer. Plaçons un poids, même très considérable, sur un tendon, sur un ligament, sur une épaisse aponévrose, ils ne se déformeront pas. Les tendons, au moment où ils s'appuient fortement sur leurs poulies de renvoi, conservent

leur forme arrondie. Dans les abattoirs où les plus lourds chevaux sont suspendus par leurs tendons d'Achille, ces organes ne se modifient pas dans leur configuration. Cette propriété a donc pour avantage d'assurer à toutes les parties qui constituent le système fibreux l'intégrité permanente de leur forme, soit pendant l'exercice de leurs fonctions, soit pendant les efforts qu'elles sont appelées à supporter.

Leur résistance n'est pas moins remarquable. Elle est très grande même pour les plus petites cordelettes tendineuses et devient énorme pour les parties plus volumineuses. Voyez ces tendons d'Achille dont je viens de parler; ils supportent un poids de 700 et 800 kilogrammes et pourraient supporter un poids plus considérable encore. Voyez surtout ces mêmes tendons sur les chevaux de trait au moment où ils gravissent une côte; les efforts qu'ils ont à supporter arrivent à leur plus grande intensité et se mesurent par des chiffres qui nous étonnent; mais telle est leur résistance qu'ils ne subissent pas le moindre allongement.

Malgré leur fermeté, malgré leur résistance, toutes les parties fibreuses restent douées d'une grande flexibilité. C'est par l'association de ces trois avantages qu'elles nous rendent tant de services. C'est à elles que nos organes sont redevables de leur mobilité réciproque et nos membres de la variété de leurs attitudes. Privés de tout système fibreux, les végétaux restent privés aussi de ces privilèges, abandonnant leurs branches aux caprices des courants qui les agitent.

L'inextensibilité des parties fibreuses est absolue. Nous venons de voir que les plus suprêmes efforts, chez les animaux les mieux doués au point de vue de la force, sont impuissants à les allonger. De cette propriété dérive pour la mécanique animale une faculté importante: la précision dans nos moindres comme dans nos plus énergiques mouvements. Si nos tendons, nos ligaments, nos aponévroses subissaient le plus minime allongement, tout calcul sur la force à dépenser deviendrait impossible, ou seulement approximatif; nos mouvements seraient frappés d'indécision; la marche deviendrait hésitante et difficile; nos actes les plus simples s'accompliraient mal; toute l'organisation serait atteinte dans son mode de fonctionnement. Mais que l'inextensibilité des parties fibreuses atteigne le degré de perfection qui leur est propre et tout changera; tout se passera alors comme dans les innombrables machines mises au service de l'industrie, avec cette différence que dans celles-ci le mouvement est uniforme, toujours semblable à lui-même, se répétant indéfiniment, tandis que dans la machine animale il varie sans cesse et selon l'impulsion que nous lui donnons.

Considéré dans sa composition chimique, le système fibreux a pour base un principe quaternaire azoté, l'albumine. Lorsqu'on le soumet à l'action

longtemps prolongée de l'eau bouillante, il se ramollit, puis se convertit en une pulpe dont la consistance varie selon qu'elle est chaude ou froide : chaude, elle est très molle et s'étale à la manière d'un liquide; froide, elle refuse de s'étaler; mais en la réchauffant elle reprend une mollesse qui peut être portée jusqu'à la fluidité.

Par ses propriétés physiologiques, ce système appartient à la classe des tissus et des organes qui possèdent une énergique vitalité. Les anciens ne lui accordaient qu'une vitalité obscure. Les auteurs de notre époque s'abusant aussi sur sa constitution se sont rangés à cette opinion. Elle ne saurait prévaloir en présence des faits précédemment mentionnés; les progrès de la science en feront bientôt justice; et déjà d'ailleurs la pathologie, en insistant sur la gravité et la fréquence des maladies du système fibreux, n'a-t-elle pas depuis longtemps protesté contre les erreurs de l'histologie moderne?

§ 2. — PARALLÈLE DES SYSTÈMES FIBREUX ET CONJONCTIF.

Tous les auteurs s'accordent aujourd'hui pour considérer le système fibreux et le système conjonctif comme un seul et même système, ou plutôt comme un seul et même tissu; car ils repoussent les systèmes, dont nous espérons cependant démontrer l'existence et la réelle importance. A leurs yeux, ce tissu se présente sous deux aspects: il existerait un tissu conjonctif lâche, c'est le système conjonctif proprement dit; et un tissu conjonctif condensé, c'est le système fibreux. Sur quels arguments se fonde leur opinion? Sur un seul, la coexistence des fibres conjonctives dans les deux tissus. Cette coexistence n'est pas contestable; mais suffit-elle pour les identifier et les fusionner en un seul? Remarquons d'abord que les faisceaux ne représentent que l'un des deux éléments du tissu conjonctif; qu'ils dérivent des cellules; que celles-ci par conséquent en sont l'élément le plus important, et qu'elles diffèrent essentiellement selon qu'on les considère dans l'un ou l'autre système. Raisonner comme tous les auteurs modernes, c'est s'appuyer sur un caractère unique, et sur celui qui est le moins important. En nous appuyant sur les attributs généraux des deux systèmes, nous serons dans des conditions meilleures pour les comparer; c'est sur des considérations de cette nature que s'appuyait Bichat, et c'est sur cette base aussi que nous allons reprendre leur parallèle.

Nos deux systèmes peuvent être comparés dans leur forme, dans leurs propriétés, dans leur structure.

1° **Morphologie.** — Le système conjonctif ne possède pas de forme qui lui soit propre. Il se moule sur les parties ambiantes et se modifie

sous l'influence de leurs mouvements; il change ainsi d'aspect selon l'organe auquel il s'applique, selon la région qu'il occupe, selon les conditions mécaniques qui l'entourent.

Le système fibreux sur tous les points où on le rencontre revêt une forme fixe, bien déterminée, invariable pour chacune de ses parties.

Plaçons sur une table du tissu conjonctif d'un côté, et de l'autre, des tendons, des ligaments, des aponévroses, puis interrogeons un juge impartial, sensé et instruit, mais étranger à l'histologie. Nous dira-t-il que les deux systèmes se ressemblent? qu'ils sont similaires? Non, il nous répondra qu'ils diffèrent, qu'ils n'ont rien de comparable; et si nous insistons en ajoutant que tous les auteurs les considèrent cependant comme semblables, comme identiques, nous le verrons manifester sa surprise.

Qu'y a-t-il, en effet, de commun entre ce tissu lâche et transparent, dépourvu de toute forme et de toute densité, et ce tissu ferme, opaque, de configuration si arrêtée et d'attributions si opposées? Bichat, qui avait une intuition si profonde de tous les phénomènes qui se rattachent aux lois générales de l'organisation et de la vie, n'a pas supposé un seul instant que l'indépendance de chacun de ces systèmes fût contestable. Mais continuons notre parallèle et nous verrons son opinion s'affirmer et se consolider à mesure que nous avancerons.

2° Propriétés. — La consistance du système conjonctif est molle. Celle du système fibreux est ferme et incomparablement supérieure.

La résistance du premier est, comme sa consistance, à peu près nulle. Celle du second est si grande que les tendons, les ligaments, les aponévroses restent intacts au milieu des plus grands efforts.

L'extensibilité et la rétractilité sont les deux propriétés les plus remarquables du tissu conjonctif. Ces deux propriétés ne se retrouvent ni l'une ni l'autre dans le tissu fibreux.

Ainsi donc le contraste est complet. Il est complet si l'on compare les deux systèmes dans leur consistance, complet si on les compare dans leur résistance, absolument complet et plus complet encore si on les compare dans leur extensibilité et leur rétractilité.

Pour identifier les systèmes conjonctif et fibreux, ce n'est donc pas sur leurs caractères morphologiques qu'on peut s'appuyer, et ce n'est pas non plus sur leurs propriétés physiques. Mais, répondront les histologistes, nous connaissons toutes ces différences, nous ne les nions pas. C'est sur l'identité de structure des deux tissus que nous fondons notre opinion. Soit; alors continuons et voyons si, en effet, ces deux tissus présentent une structure identique.

3° Structure. — Dans le tissu conjonctif, les faisceaux sont tous entourés par des anneaux et des spires qui en font partie. Dans le

tissu fibreux, les faisceaux ne présentent ni anneaux, ni spires : première différence.

Dans le tissu conjonctif, les faisceaux ne sont pas entourés par une gaine de cellules étoilées; dans le tissu fibreux, tous sont entourés par cette gaine : deuxième différence.

Dans le tissu conjonctif, les faisceaux ne sont pas reliés entre eux; ils restent indépendants et se meuvent les uns sur les autres. Dans le tissu fibreux, ils sont solidement unis, d'une part par les cellules étoilées, de l'autre par des cellules fusiformes à direction transversale : troisième différence.

Dans le tissu conjonctif, les cellules sont relativement rares, très inégalement réparties et toutes conformées sur le même type, toutes de la même espèce. Dans le tissu fibreux, elles sont incomparablement plus nombreuses, échelonnées en longues séries et de types très différents : il en est d'étoilées, de cubiques, de sphériques, d'ovoides, de cylindriques, de fusiformes : quatrième différence.

Les deux systèmes, ramenés à l'unité depuis la mort de Bichat, diffèrent donc par leur structure comme ils diffèrent par leurs propriétés, comme ils diffèrent par leurs caractères morphologiques. Plus haut nous avons vu qu'ils diffèrent très notablement aussi par leurs vaisseaux, à l'état de simple vestige dans l'un, très abondants dans l'autre; qu'ils diffèrent par leurs nerfs, inconnus dans le tissu conjonctif, très volumineux et très multipliés dans le tissu fibreux; qu'ils diffèrent par leur vitalité, très obscure dans le premier, très grande dans le second. Et toutes ces différences accumulées seraient considérées comme non avenues? l'histologie n'en tiendrait aucun compte? elle continuerait à ne voir entre le système conjonctif et le système fibreux qu'une simple différence de condensation! Raisonner ainsi ce serait nier le progrès. Que les partisans de la méthode des coupes consentent à l'abandonner pour un instant; qu'ils mettent à l'essai la méthode des dissociations; qu'ils l'expérimentent avec le sincère désir d'en apprécier les résultats, et ils concluront avec nous :

1° Que le système conjonctif se distingue de tous les autres par des caractères qui lui sont propres, et que son autonomie est absolument incontestable;

2° Que le système fibreux, pour les mêmes raisons, possède une autonomie non moins réelle;

3° Que Bichat avait raison en les distinguant l'un de l'autre, et qu'il faut revenir aux principes si admirablement formulés dans son *Traité d'anatomie générale*.

SYSTÈME ÉLASTIQUE

Le système élastique est presque aussi répandu que le système conjonctif. Sur presque tous les points où l'on voit celui-ci, on le rencontre aussi, en sorte qu'ils se mélangent, leurs proportions relatives étant d'ailleurs très variables. Il est cependant quelques organes qui sont riches en fibres conjonctives et qui ne présentent aucune trace de fibres élastiques : tel est le cordon ombilical. Il en est d'autres sur lesquels ces dernières sont multipliées à l'infini et qui offrent à peine quelques vestiges de tissu conjonctif, tels sont les ligaments jaunes ; mais ces faits sont exceptionnels. La réunion des deux systèmes est une disposition si ordinaire, que le système élastique a pu être considéré comme une dépendance du système conjonctif.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DU SYSTÈME ÉLASTIQUE.

Lorsque le système élastique s'isole du système conjonctif, il prend la forme de lames sur certains points et de cordons ou cordelettes sur d'autres. De ces deux formes la première, ou membraneuse, est bien représentée chez l'homme et les mammifères, par les ligaments jaunes des vertèbres. La seconde se rencontre sur la phalangette des carnassiers que le ligament rétracteur maintient relevée, sur le bord libre de la portion membraneuse de l'aile des oiseaux, mais surtout à la partie supérieure et médiane du cou des solipèdes. Dans cette région, le tissu élastique constitue un gros et puissant faisceau qui s'étend des vertèbres dorsales à l'occipital, en envoyant un prolongement membraneux à chacune des apophyses épineuses des vertèbres cervicales. Ainsi disposé, il forme une véritable cloison inter-musculaire, arrondie en arrière, membraneuse plus profondément. Sur la trachée et les bronches, ce tissu se dispose en minces rubans à bords mal limités. Chez l'éléphant, ces rubans acquièrent un tel développement qu'ils se transforment en une large tunique dont les parois offrent une épaisseur de 3 à 4 millimètres.

Mais dans presque toutes les régions du corps le tissu élastique nous

apparaît sous l'aspect de fibres à contours très nets et partout bien distinctes des faisceaux conjonctifs dans l'intervalle desquels elles cheminent. Leur nombre, leurs dimensions, leur direction, leur forme, leurs divisions, leurs anastomoses sont extrêmement variables.

A. — Leur *nombre*, comparé à celui des faisceaux conjonctifs, est difficile à déterminer, la proportion des deux tissus se modifiant à l'infini. Dans le tissu conjonctif sous-cutané, les fibres élastiques sont plus nombreuses que les faisceaux. Sur quelques points, elles arrivent à une telle multiplicité qu'elles forment autour des faisceaux sous-jacents une sorte d'enveloppe ou de réseau à mailles très serrées. Sur les autres, elles deviennent relativement plus rares, mais en restant plus nombreuses encore.

Sur les artères, elles se comportent à leur périphérie comme sous la peau. Un peu plus profondément, nous verrons que les fibres élastiques se séparent nettement des faisceaux conjonctifs pour former un plan circulaire. Plus profondément encore, elles se mêlent aux fibres mus-

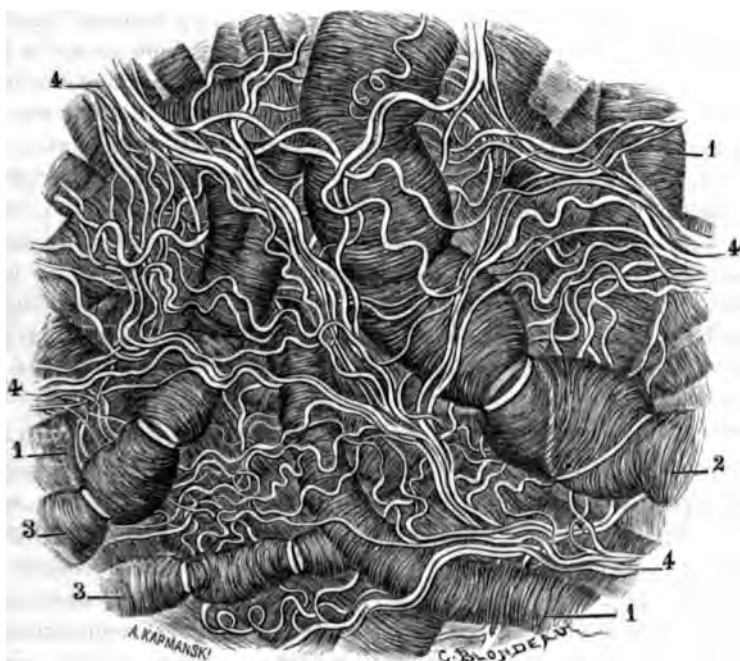


FIG. 36. — Fibres élastiques mêlées aux faisceaux du tissu conjonctif.

1, 1, 1, faisceaux conjonctifs. — 2, un gros faisceau conjonctif présentant un anneau et une spire sur son trajet. — 3, 3, deux autres faisceaux sur lesquels existent plusieurs anneaux semblables. — 4, 4, fibres élastiques cheminant entre ces faisceaux.

culaires qu'elles unissent ; mais elles se modifient alors beaucoup dans leur configuration, et, ainsi modifiées, elles forment le *tissu élastique fenêtré* sur lequel nous allons revenir. Sur les autres vaisseaux, veines et lymphatiques, leur disposition est analogue.

Sur les tendons, les fibres élastiques se mêlent aux faisceaux conjonctifs dans leur enveloppe, et pénètrent avec ceux-ci dans les cloisons qui en partent, mais ne se montrent qu'en petit nombre dans tous les organes de cet ordre.

Dans les ligaments et la plupart des aponévroses, elles sont peu nombreuses aussi, d'où leur complète inextensibilité. Dans les membranes fibreuses viscérales, elles se réduisent plus encore, mais reparaissent très abondantes dans la dure-mère spinale.

En résumé, c'est dans le tissu conjonctif que les fibres élastiques sont surtout remarquables par leur grand nombre. Dans la tunique moyenne des artères, elles ne sont pas moins nombreuses, mais prennent une autre forme et une autre disposition. Dans le tissu fibreux, elles deviennent en général beaucoup plus rares.

B. — Les *dimensions* des fibres élastiques ont permis de les distinguer en grosses, moyennes et petites. Cette distinction est fondée sur l'observation, mais en réalité, cependant, artificielle ; car depuis la plus minime jusqu'aux plus considérables, elles forment une série continue et non trois groupes superposés. Les trois dimensions se trouvent le plus habituellement réunies, non seulement dans le même organe, dans la même région, dans le même département du tissu conjonctif, mais sur le point qu'on observe. Cependant il est certaines parties de l'organisme où elles sont presque toutes de petit diamètre : tels sont les tendons, les ligaments, les membranes fibreuses viscérales ; et d'autres sur lesquelles elles sont toutes volumineuses. Le ligament cervical postérieur des vertébrés est particulièrement remarquable sous ce rapport ; il se compose exclusivement de grosses fibres, toutes unies entre elles par de continuelles anastomoses.

C. — La *direction* des fibres élastiques considérées en elles-mêmes est en général curviligne ; considérées dans leurs rapports avec les parties environnantes, elle ne saurait être déterminée, variant à l'infini. Dans le tissu conjonctif, leur siège le plus ordinaire, ces fibres croisent les faisceaux dans tous les sens et se croisent elles-mêmes incessamment. Lorsqu'elles se groupent pour former des rubans, des membranes ou des cordons, elles deviennent parallèles. Ce parallélisme est très manifeste dans les ligaments jaunes et le ligament cervical postérieur ; d'accessoires qu'elles étaient dans le tissu conjonctif et dans le tissu fibreux, elles forment alors en se groupant un tissu fondamental, le *tissu élastique*. Autant de groupes, autant d'organes possédant chacun

une attribution qui lui est propre. Les ligaments jaunes unissent les vertèbres; le ligament cervical postérieur des grands vertébrés soutient l'extrémité céphalique; le ligament rétracteur des phalanges chez les carnassiers relève l'ongle et le fixe dans cette attitude jusqu'au moment où l'animal fait usage de cette arme offensive et défensive. Les rubans élastiques de la trachée et la puissante tunique qui les remplace chez l'éléphant rétractent les conduits aériens et jouent un rôle considérable dans le mouvement d'expiration.

D. — La *forme* des fibres élastiques revêt deux types très distincts et bien différents l'un de l'autre. Sur tous les points où elles se trouvent mêlées soit au tissu conjonctif, soit au tissu fibreux, et sur ceux aussi où elles se groupent pour former des organes préposés à des usages divers, elles sont arrondies et un peu aplaties, à bords parallèles, quelles que soient leurs dimensions.

Sur la tunique moyenne des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques, ces fibres deviennent beaucoup plus larges; elles passent à l'état de lamelles: en même temps leurs bords se découpent de la manière la plus irrégulière: ils se hérissent de pointes, de saillies de toutes formes et de toutes dimensions par lesquelles les lamelles se continuent entre elles. De leur continuité résulte un réseau tout spécial: c'est à ce réseau qu'on a donné le nom de *tissu élastique fenêtré*; c'est dans ses mailles que se trouvent logées les fibres musculaires, auxquelles elles s'appliquent par leurs deux faces.

E. — Les *divisions* des fibres élastiques ne sont pas comparables à celles des vaisseaux et des nerfs toujours inférieures par leur volume au tronc générateur. Elles restent égales le plus souvent à la fibre dont elles partent, bien que celle-ci puisse donner naissance aussi à une fibre plus petite. Sur les préparations où ces fibres et leurs divisions sont coupées le plus souvent, elles se recourbent en demi-cercle. Le nombre des divisions qui partent de leurs bords est extrêmement variable. Certaines fibres ne se divisent que de loin en loin. D'autres se divisent continuellement en restant partout d'égales dimensions; à peine ont-elles pris naissance qu'elles se divisent de nouveau. C'est sur le ligament cervical des grands mammifères qu'on peut bien constater ces incessantes divisions.

F. — Leurs *anastomoses* sont d'autant moins fréquentes que les fibres sont plus rares, d'autant plus multipliées qu'elles deviennent plus nombreuses. On peut remarquer ce fait sur le tissu conjonctif où les fibres élastiques par leurs anastomoses forment souvent des réseaux très fins. On peut le constater aussi sur les faisceaux essentiellement élastiques comme les ligaments jaunes, les rubans élastiques de la trachée, etc.

§ 2. — STRUCTURE DU SYSTÈME ÉLASTIQUE.

Vu à l'œil nu ou au microscope, on pouvait croire au premier aspect que le système élastique se compose exclusivement de fibres. Une étude plus attentive démontre que sa structure est un peu moins simple et qu'il est formé comme les précédents, et comme la plupart de ceux qui le suivront, d'une partie fondamentale, le *tissu élastique*, et de parties accessoires.

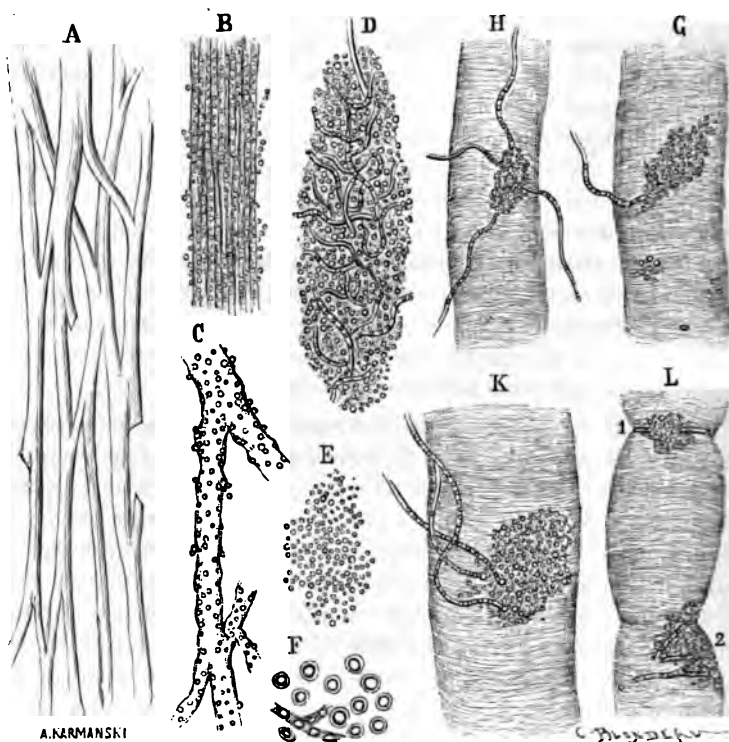


FIG. 37. — Structure des fibres élastiques.

A. Fibres élastiques du ligament cervical supérieur du cheval. Ces fibres, qui arrivent chez le cheval à leur plus grand développement, sont remarquables par leur volume et par leurs continuelles anastomoses. A peine ont-elles parcouru le plus minime trajet qu'elles se divisent et s'anastomosent par leurs deux branches; de là une disposition réticulée, dont cette figure ne nous donne qu'une bien faible notion.

B. Une fibre élastique dont on voit les granules en partie dissociés.

C. Une grosse fibre dont les granules sont mis en complète liberté. La plupart sont même sortis; quelques-uns se voient sur ses bords.

A. — Tissu élastique.

Pour prendre du tissu élastique une notion exacte et complète, il faut soumettre à l'analyse les organes dans lesquels il arrive à son plus haut degré de développement.

Parmi ces organes nous connaissons les ligaments jaunes, le ligament rétracteur de l'ongle des carnassiers, le ligament rétracteur de l'aile des oiseaux, et surtout le ligament cervical supérieur ou rétracteur de la tête des solipèdes, des ruminants, etc. Il serait facile d'en trouver d'autres dans le domaine de la zoologie. Mais pour le but que nous poursuivons, ceux-ci nous suffisent. Il n'est même pas nécessaire de les passer tous en revue, car tous se ressemblent. Prenons l'un d'eux comme sujet d'étude, les ligaments jaunes par exemple, que chacun peut avoir à sa disposition, et que nous pouvons considérer aux divers âges, en les comparant chez l'enfant et chez l'adulte.

Étant donné un ligament jaune, pris comme caractérisant le tissu élastique, quelle est sa structure? Un premier examen nous montre qu'il est composé de fibres résistantes, parallèles, d'une teinte jaune clair ou ambrée, et l'on serait d'abord disposé à penser qu'il en est exclusivement formé. Ces fibres sont les *éléments* du tissu élastique; elles sont à ce tissu ce que les fibrilles sont aux faisceaux conjonctifs. En explorant plus attentivement la structure de notre ligament, on arrive à constater autour et dans son épaisseur une trame molle, très délicate et peu abondante: ce sont des faisceaux conjonctifs. En poursuivant notre analyse et en faisant usage de la méthode des dissociations, on aperçoit dans l'épaisseur des ligaments quelques rares ramuscules sanguins. Mais ce tissu ne contient ni nerfs, ni cellules adipeuses. Il se compose donc en définitive de fibres élastiques, de faisceaux conjonctifs, de ramuscules sanguins et très probablement de cellules.

1° **Fibres élastiques.** — Nous savons que ces fibres diffèrent beaucoup selon qu'elles se trouvent en rapport avec le tissu conjonctif ou

D. Substance amorphe, granulée, et fibrilles élastiques cheminant dans son épaisseur.

E. Granules isolés.

F. Ces mêmes granules vus à un fort grossissement.

G. Faisceau conjonctif sur lequel on voit un amas de granules, duquel part une fibrille élastique.

H. Un autre faisceau, sur lequel existe un groupe de granules qui donne naissance à quatre fibrilles.

K. Un groupe de granules duquel partent trois fibrilles.

L. Deux groupes de granules situés sur les anneaux d'un faisceau conjonctif, et qui semblent être le point de départ de ceux-ci.

avec le tissu musculaire. Elles sont de deux ordres qu'il importe de distinguer, au point de vue morphologique. Mais par leur structure elles ne diffèrent pas; elles sont semblablement constituées dans toutes les parties du corps. Considérons d'abord les fibres élastiques.

a. *Fibres élastiques mêlées au tissu conjonctif.* — Ces fibres sont limitées par deux bords réfringents. Leur partie moyenne apparaît entre ces deux bords comme une ligne blanche ou d'un blanc jaunâtre. Elles ne présentent ni striations, ni granulations, et semblent parfaitement homogènes lorsqu'on les soumet aux réactifs les plus habituels. Mais, si on les traite par la méthode des dissociations, leur aspect est bien différent. Elles se montrent alors manifestement composées de deux éléments, d'une substance amorphe et de granules.

Ces granules, je les avais déjà observés autrefois; mais les procédés que j'employais alors ne m'en avaient donné qu'une notion incomplète, surtout au point de vue du nombre. La méthode des dissociations est venue compléter mes connaissances, en me démontrant qu'ils sont extrêmement nombreux et absolument semblables à ceux des fibres conjonctives, par leur volume, par leur forme arrondie, par les deux zones qui les forment. Mais ils en diffèrent par leurs dispositions. Dans ces dernières ils sont équidistants, d'où la striation longitudinale et la striation transversale des faisceaux qu'ils forment en se juxtaposant. Dans les fibres élastiques les granules sont disposés sans ordre, d'où aussi l'absence, même dans les plus grosses, de toute striation.

Un autre caractère encore est propre à ces fibres. La substance amorphe qui unit les granules est plus dense dans le tissu élastique que dans le tissu conjonctif. Mais la densité varie. Dans un grand nombre elle diffère peu de celle des fibres conjonctives. Les granules, faiblement unis, se séparent facilement. On les voit alors se disperser au hasard dans l'intérieur des fibres; beaucoup s'en échappent et flottent innombrables dans leurs intervalles ou sur les bords de la préparation. Dans d'autres fibres, et particulièrement dans celles qui se rassemblent pour former des faisceaux ou des lames, la substance amorphe est si dense au contraire qu'on ne réussit que très difficilement à mettre les granules en liberté. Au début de mes recherches, j'avais pris pour sujet de mes études le puissant tégument cervical du cheval, espérant voir immédiatement la structure granuleuse de ses fibres. Je me trompais beaucoup: elles sont presque irréductibles, tellement leurs granules sont solidement unis et difficiles à séparer. Dans les fibres élastiques mêlées au tissu conjonctif, leur analyse est beaucoup plus facile.

b. *Fibres élastiques de la tunique moyenne des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques.* — Ces fibres, ainsi que nous l'avons vu, perdent le caractère fibreux pour prendre un caractère lamineux.

Ce sont de véritables lamelles. C'est sur ces lamelles que la méthode des dissociations met les granules dans tout leur jour et qu'on peut facilement prendre connaissance de la structure du tissu élastique. Isolées, les lamelles flottent au milieu des fibres musculaires dont on les distingue très facilement. Il devient alors facile aussi d'observer non seulement leur mode de configuration, mais les granules qu'elles contiennent et la substance qui les unit.

De la structure qui vient d'être décrite, il suit que les fibres élastiques et les fibres conjonctives semblent ne pas différer, puisqu'elles se composent des mêmes éléments; et si nous voulions nous appuyer de l'exemple des histologistes qui considèrent le tissu conjonctif et le tissu fibreux comme identiques parce qu'ils comprennent dans leur structure des fibres de même nature, nous pourrions admettre que les fibres élastiques et les fibres conjonctives sont identiques aussi puisqu'elles comprennent dans leur constitution des éléments semblables. Nous ne commettrons pas une telle erreur; ce serait revenir à la méthode linnéenne que nous avons repoussée. En appliquant aussi à cette étude



FIG. 38. — Tissu élastique fenêtré de l'aorte du cheval.

1, 1, coupe des parois de l'aorte, montrant leur épaisseur. — 2, 2, fibres musculaires de cette artère. — 3, 3, fibres musculaires d'une artère de moyen calibre; on voit qu'elles sont notablement plus longues que les précédentes. — 4, 4, 4, lamelles de tissu élastique fenêtré, dont les granules sont mis en évidence. — 5, une autre lamelle, dont une partie est ramenée à l'état de substance amorphe granulée.

les principes de la méthode naturelle, nous dirons au contraire que ces deux ordres de fibres diffèrent : 1° par leurs caractères morphologiques ; 2° par leur mode d'union ; 3° par la densité beaucoup moindre de la substance amorphe dans les fibres conjonctives, beaucoup plus grande dans les fibres élastiques ; 4° par l'arrangement des granules qui sont toujours très irrégulièrement disséminés d'un côté et qui se disposent de l'autre en séries longitudinales et transversales ; 5° et enfin par leur destination, les unes étant privées de toute résistance, les autres par leur fermeté et leur élasticité représentant une force permanente qui vient en aide à la force musculaire et qui l'économise. Concluons :

- Que les deux ordres de fibres sont de nature différente ;
- Que les deux systèmes dont elles dépendent diffèrent aussi ;
- Que chacun de ceux-ci possède une autonomie qui lui est propre.

B. — Parties accessoires.

Les parties accessoires du système élastique nous sont déjà connues ; nous les avons étudiées dans le système conjonctif. Car elles n'appartiennent pas exclusivement à celui-ci. Les deux systèmes, se mélangeant partout, possèdent des parties accessoires qui leur sont communes. Les artérioles, les veinules, les capillaires que nous avons rencontrés dans le système conjonctif sont utilisés aussi par le système élastique pour sa nutrition ; ces vaisseaux existent pour apporter aux cellules les éléments nécessaires à leur accroissement, à leur vitalité, à leurs fonctions ; ils remplissent le même usage à l'égard des deux ordres de fibres qui en dérivent.

Dans les organes presque exclusivement formés de fibres élastiques, ces parties accessoires répondent surtout à leur surface. Cependant quelques artérioles et veinules pénètrent aussi dans leur épaisseur.

§ 3. — PROPRIÉTÉS, DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME ÉLASTIQUE.

A. **Propriétés.** — Dans le système élastique, comme dans le système fibreux, les propriétés physiques sont celles dont l'étude offre le plus d'intérêt. Les organes formés de fibres élastiques sont opaques, fermes et résistants comme ceux qui sont de nature fibreuse. Mais ces derniers ne possèdent ni extensibilité ni rétractilité ; les précédents se laissent allonger et reprennent ensuite leur longueur normale ; ils ont pour attribut caractéristique l'*élasticité*.

Cette propriété a deux avantages ; en s'allongeant, les fibres élastiques permettent aux parties qu'elles unissent de s'écarter, de se déplacer,

de se prêter, en un mot, aux mouvements que leur impriment les muscles; en se raccourcissant elles ramènent les parties à leur situation en attendant qu'elles se déplacent de nouveau. De ces deux avantages, l'un n'est pas moins utile que l'autre; le premier communique aux organes la mobilité; le second les fixe dans leurs rapports. Mais l'élasticité, dans l'état habituel, a surtout pour utilité de se substituer aux muscles dont l'action ne tarderait pas à s'épuiser. Ainsi le puissant ligament cervical des solipèdes soutient l'extrémité céphalique; c'est une force physique permanente; l'action musculaire, force vitale intermittente, n'intervient que dans certains mouvements.

Ce ne sont pas seulement les organes essentiellement formés de tissu élastique qui jouissent de la propriété de s'allonger et de se rétracter; tous ceux à la constitution desquels les fibres élastiques prennent part possèdent aussi une certaine élasticité. Mais cette propriété se trouve annulée en partie ou en totalité dans la plupart d'entre eux par la prédominance et la résistance des faisceaux fibreux.

Par sa composition chimique, le tissu élastique se rapproche beaucoup des tissus fibreux et conjonctif. Il a aussi pour base de sa constitution des principes quaternaires azotés ou albuminoïdes.

L'eau est sans action sur les fibres qui le composent. L'acide acétique les modifie à peine. L'acide chlorhydrique et même l'acide sulfurique dilués les laissent intactes; ils ne les attaquent qu'à un degré très élevé de concentration. Ces fibres résistent aussi à l'action des alcalis. Elles sont donc comme la cellulose en possession d'une sorte d'immunité qui permet de les mettre en évidence en faisant usage d'un grand nombre de réactifs plus ou moins énergiques, ceux-ci détruisant tout ce qui les entoure, sans les altérer elles-mêmes.

Les propriétés physiologiques du tissu élastique ne sont pas moins obscures que celles du système conjonctif. Elles consistent aussi dans la faculté qu'il possède de s'accroître et de se nourrir, c'est-à-dire dans les phénomènes d'osmose qui caractérisent son double mouvement de composition et de décomposition.

B. Développement du système élastique. — Bien que les fibres du système élastique diffèrent de celles du tissu conjonctif, elles se rapprochent beaucoup de celles-ci par leur mode d'évolution. Les deux ordres de fibres offrent même dans leur développement une si grande analogie, qu'elles semblent faire partie de la même famille. Elles ont une commune origine : les fibres conjonctives naissent des cellules environnantes, et les fibres élastiques naissent de ces mêmes cellules. Les unes et les autres se trouvant presque partout en contact avec ces cellules, on les voit presque partout aussi se mélanger. Les mêmes

parties accessoires leur étant communes également, ces parties accessoires sont utilisées aussi par le système élastique pour sa nutrition; les mêmes artérioles, les mêmes veinules, les mêmes capillaires leur apportent les principes nécessaires à leur vitalité. En un mot, les faisceaux conjonctifs et les fibres élastiques, simples substances exsudées des cellules, naissent, croissent et vivent aux dépens de celles-ci.

Procédés d'étude.

Pour étudier la structure du tissu élastique, on peut faire usage des réactifs très dilués. Mais il importe alors que leur action soit longtemps prolongée; et même dans ces conditions on ne réussit pas à bien voir les granules des fibres, et bien moins encore à les mettre en liberté.

La méthode des dissociations ici encore est donc celle qui mérite la préférence. Pour voir les granules des fibres élastiques et du tissu élastique fenêtré, on immergera d'une part une couche de tissu conjonctif sous-cutané, et d'autre part une artère dans cette solution :

Acide sulfurique au 5°.....	9 parties.
Acide acétique.....	1 partie.

Après trente heures d'immersion, on soumet les parties immergées à l'ébullition dans la même solution plus étendue, pendant deux minutes, et on examine ensuite la préparation dans la glycérine acidulée :

Glycérine.....	3 parties.
Acide acétique au 100°.....	1 partie.

Par ce procédé les faisceaux conjonctifs sont ramollis et dissous, et l'on ne voit plus sur la préparation que les fibres élastiques devenues granuleuses, et le tissu élastique fenêtré, granuleux aussi.

Les fibres élastiques se présentent sous des aspects très divers. Sur quelques-unes les granules sont à peine apparents. Sur d'autres, ils se voient bien et conservent encore leur situation normale. Sur d'autres, ils se déplacent, deviennent mobiles, sortent et flottent en grand nombre dans le liquide environnant. Certaines fibres perdent toute consistance et se métamorphosent en amas granuleux.

Dans ces préparations la substance amorphe est donc fortement attaquée et ramollie; mais les granules restent inaltérables; ils conservent leur forme sphérique et se montrent partout avec leurs deux zones entourant leur partie centrale claire.

SYSTÈME ADIPEUX

Comme ceux qui précèdent, le système adipeux se montre partout semblable à lui-même lorsqu'on compare entre elles les parties qui le composent; celles-ci sont similaires; et on ne saurait lui refuser par conséquent le titre de système. Mais, tandis que tous les autres conservent des proportions fixes et à peu près immuables, le système adipeux varie au contraire presque à l'infini dans son abondance relative. Sous ce rapport sa morphologie est très digne d'intérêt; elle nous occupera d'abord. Nous étudierons ensuite sa structure, ses propriétés et son développement.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DU SYSTÈME ADIPEUX.

Le système adipeux a pour éléments essentiels des cellules remplies d'une matière grasse, d'où leur nom de *cellules graisseuses*, *cellules adipeuses*. En s'agglomérant en quantité variable, sur un ou plusieurs points, dans telle ou telle région, dans les divers systèmes et les diverses parties du corps, ces cellules donnent naissance à des amas de volume, de forme et d'aspect extrêmement variés.

Le système adipeux diffère en un mot, selon les organes et selon les régions, selon l'âge et selon les individus. Il diffère aussi selon les races et selon les espèces animales.

A. Du système adipeux considéré dans les divers organes et les divers systèmes. — Il est des organes qui ne se laissent pas envahir par le système adipeux, tel est le centre nerveux, tels sont les poumons, les ovaires, les testicules, le globe oculaire, etc. Les autres contiennent des cellules adipeuses, mais les uns en contiennent peu, comme les paupières, la langue, la trachée, le pénis; la plupart en contiennent beaucoup plus.

Parmi les systèmes dans lesquels les cellules adipeuses se déposent en abondance, le conjonctif tient le premier rang; viennent ensuite le système cutané, le système musculaire à fibres striées, le système mu-

queux, puis les systèmes artériel, veineux, lymphatique et le système fibreux qui semble dépourvu de graisse, mais qui en renferme constamment et en quantité assez considérable.

Le siège qu'occupent les cellules adipeuses dans les organes et les systèmes est du reste variable aussi. Dans certains organes elles se répandent dans toute leur épaisseur, les muscles par exemple. Dans quelques-uns, comme le rein et le cœur, elles répondent à leur périphérie. Dans le système cutané la graisse est sous-jacente au derme; dans les systèmes artériel, veineux et lymphatique, elle s'infiltré dans leur tunique externe qu'elle ne dépasse jamais. Dans le système fibreux elle se dépose dans les cloisons qui séparent les faisceaux. Dans le système muqueux elle a pour siège l'espace compris entre les tuniques muqueuse et musculaire.

B. Du système adipeux considéré dans les diverses régions. —

Le système adipeux semble avoir une sorte de prédilection pour certaines régions. On le trouve toujours en grande abondance à la face, au-devant des masséters, où se voit la boule graisseuse déjà signalée par Bichat, laquelle ne fait jamais défaut, même chez les individus les plus émaciés. Il n'est pas moins abondant dans les régions axillaires, inguinales, poplitées et périnéales. Il tient une place moins importante dans les régions palmaire et plantaire. Remarquons que dans les membres, autour des articulations, le tissu adipeux se voit surtout du côté de la flexion. Il devient comparativement rare sur le côté opposé; ici il a pour avantage de faciliter le glissement de la peau sur les saillies osseuses; du côté de la flexion il entoure les gros troncs vasculaires et nerveux qu'il protège à la manière d'un coussinet et aussi en se déplaçant au moment où ils prennent une direction flexueuse. Dans toutes ces régions il n'offre pas une forme qui lui soit propre; il remplit les vides, se moule sur les parties environnantes et se prête ainsi au jeu des muscles et des surfaces articulaires.

Sur les régions privées d'artères, comme celles du métacarpe et du métatarse, comme la face dorsale des doigts et des orteils, le tissu adipeux ne se montre généralement qu'en petite quantité.

C. Du système adipeux aux divers âges. — Si le tissu adipeux diffère beaucoup selon les organes et les régions, il diffère bien plus encore selon les âges. On peut même dire qu'au début de l'évolution il a pour siège presque exclusif une seule région, la région périphérique du corps, un seul système, le système conjonctif sous-cutané. Explorez les trois cavités splanchniques, ouvrez le thorax, voyez les viscères de l'abdomen, incisez les aponévroses engainantes des membres, partout dans les profondeurs de l'organisme la graisse fait défaut; dans le tronc, autour des gros vaisseaux du cœur, autour de l'aorte et de la veine

cave, dans les replis du péritoine où le système adipeux se montrera plus tard en si grande abondance, on n'en découvre aucune trace ou à peine quelques vestiges.

Considérons au contraire le système cutané. De la tête aux pieds, il est envahi, comblé, exubérant; son épaisseur est décuplée; il forme une enveloppe adipeuse, épaisse et large, entourant le tronc et les membres. Autour des articulations la graisse s'étale en larges replis que séparent de profonds sillons. Les régions dorsales de la main et du pied sont rebondies comme les joues, le menton et les épaules.

Tout observateur qui comparera les parties profondes et les parties superficielles du corps chez l'enfant à la naissance, restera frappé du contraste qu'elles présentent. Ce contraste a sa raison d'être. Chez l'enfant, le système adipeux est une réserve nutritive. Le lait de la mère est sa nourriture principale; le tissu adipeux est un aliment de second ordre, un aliment d'attente. Que la source principale vienne à se tarir,

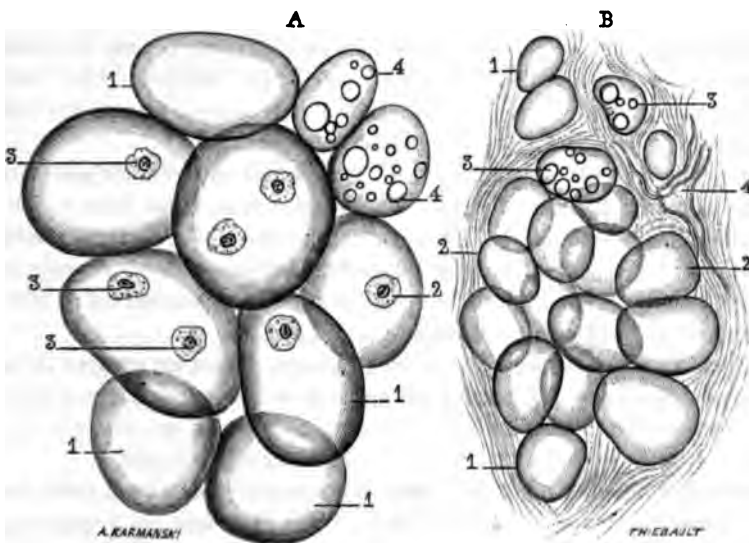


FIG. 39. — Cellules adipeuses.

A. Grandes cellules adipeuses, au-dessus desquelles on voit des cellules de tissu conjonctif. — 1, 1, 1, 1, cellules adipeuses. — 2, 2, deux cellules, sur chacune desquelles existe une cellule de tissu conjonctif. — 3, 3, deux cellules de tissu conjonctif situées sur la même cellule adipeuse. — 4, 4, deux cellules adipeuses, dont toutes les granulations graisseuses ne sont pas encore fusionnées.

B. Cellules adipeuses d'un enfant de trois mois. — 1, 1, cellules adipeuses isolées. — 2, 2, groupe de cellules. — 3, 3, deux cellules contenant des granulations graisseuses. — 4, tissu conjonctif.

la source adjuvante la suppléera, au moins momentanément. Ainsi s'explique la surabondance de ce tissu dans le premier âge de la vie. Mais pourquoi le voyons-nous s'accumuler en presque totalité au-dessous de la peau ? Ce siège de prédilection a aussi son utilité. Si le système adipeux eût envahi les parties profondes au même degré, on conçoit facilement qu'il aurait pu entraver le jeu régulier de leurs fonctions. Rejeté à la surface du corps, il laisse à celles-ci leur pleine liberté et ne pourrait mettre obstacle qu'au jeu des articulations ; mais à cet âge l'appareil locomoteur existe à peine, et, lorsqu'il commencera à fonctionner, le tissu adipeux aura disparu.

D. Du système adipeux chez les divers individus. — Aux grandes différences relatives à l'âge succèdent naturellement celles qui se rattachent aux individus. Elles sont moins prononcées sans doute, mais cependant encore bien accusées. Comparons l'homme réduit au dernier degré de l'émaciation à celui qui succombe sous le poids de son énorme embonpoint, quelle dissemblance ! Il est vrai qu'à ces deux limites extrêmes nous touchons à l'état pathologique. Mais en descendant et montant un peu moins, nous trouvons d'un côté toute la série des individus maigres et de l'autre toute la série des hommes gras, entre lesquelles se déroule une longue série d'états intermédiaires qui embrasse la grande majorité des individus.

Les hommes les plus maigres ne sont jamais entièrement privés de tissu adipeux. Il existe toujours des cellules graisseuses dans le tissu conjonctif sous-cutané ; le microscope les révèle si l'œil nu est insuffisant pour les reconnaître. Il en existe toujours dans les os, et toujours aussi dans le système fibreux. Autour des viscères thoraciques et abdominaux leur existence est constante également.

Chez les individus dont le système adipeux atteint un excessif développement, toutes les parties du corps n'en possèdent pas une égale proportion. Les parois du tronc, celles de l'abdomen, les viscères contenus dans cette cavité en sont plus particulièrement le siège.

Chez les hommes dans l'âge mûr, alors même que ce tissu reste modérément développé, il s'accuse sur les traits de la face par l'épaississement de ceux-ci qui perdent toute la grâce de leur contour et qui enlèvent à la physionomie son expression des jeunes années. Les ailes du nez deviennent plus grosses ; le pavillon de l'oreille en perdant sa minceur a perdu aussi ses courbes délicates. Les paupières ne sont plus ces voiles si transparents et si mobiles d'autrefois. Le globe de l'œil, repoussé par son coussinet, est plus saillant. Les doigts sont moins effilés. Les seins, chez la femme, prennent un volume exubérant qui en compromet la beauté. La face dorsale des mains et des doigts chez elle rappelle l'aspect qu'elle présente chez l'enfant.

Dans la vieillesse, le système adipeux conserve quelquefois les proportions de l'âge mûr. Mais en général la place qu'il occupe se réduit de plus en plus. Son atrophie est même l'un des attributs qui la caractérise le mieux ; la maigreur devient la compagne ordinaire de la débilité. A mesure qu'il est résorbé, la peau trop étendue commence à se rider ; ces rides, s'accroissant et se multipliant avec les années, concourent avec la décoloration des cheveux et la chute des dents à donner à la face l'expression qui lui est propre dans la caducité et qui la distingue si étrangement de celle qu'elle présentait au début de la vie.

E. Du système adipeux dans les diverses espèces animales. — Parmi ces espèces, je dois tout d'abord mentionner les cétacés ; ils portent sous leur tégument externe une couche de graisse si épaisse qu'ils sont ardemment recherchés dans l'industrie pour les avantages qu'on en retire. Certains oiseaux, l'autruche par exemple, sont remarquables aussi par la prédominance de leur tissu adipeux ; beaucoup d'autres, de moindres et de petites dimensions, peuvent lui être comparés sous ce rapport. Un grand nombre de palmipèdes et de gallinacés se prêtent à l'engraissement et nous surprennent alors par le prodigieux entassement de leurs masses adipeuses. Les carnassiers de toute classe et de tout ordre ont pour attribut commun une excessive maigreur. La plupart des reptiles, des batraciens, des poissons sont dépourvus aussi de graisse ou n'en possèdent qu'une très minime quantité.

§ 2. — STRUCTURE DU SYSTÈME ADIPEUX.

Le système adipeux est formé de lobes et de lobules à volume décroissant. Les lobules se composent de cellules qui en représentent l'élément fondamental. Ils comprennent en outre dans leur structure des faisceaux conjonctifs, des artérioles, des veinules, des capillaires et même des fibres élastiques.

Ce système, en un mot, est constitué, comme ceux qui précèdent, par un tissu propre et des parties accessoires.

A. Tissu adipeux. — Les cellules graisseuses ou adipeuses en s'agglomérant donnent naissance à ce tissu. Sur tous les points où on le rencontre il apparaît toujours sous le même aspect, toujours formé de cellules remplies de graisse, et formé uniquement par ces cellules dont nous allons étudier le mode de groupement, la couleur, le siège, le nombre, le volume, la forme et la nature ou structure intime.

1° Mode de groupement des cellules adipeuses. — Sur certains points les cellules adipeuses se réunissent en petit nombre. Elles forment

alors des amas, des îlots, des trainées de si minimes dimensions que le microscope seul peut en révéler la présence. C'est très souvent sous cette forme microscopique que le tissu adipeux se présente dans les tendons, les ligaments, les aponévroses et les autres dépendances du système fibreux. Mais alors même que le tissu adipeux se réduit ainsi à sa plus simple expression, les cellules adipeuses sont encore très multipliées. Dans les îlots les plus cachés, les plus obscurs, elles restent encore assez nombreuses. Elles ne se montrent jamais à l'état d'isolement complet. Dans ces îlots visibles seulement à un grossissement de 100 diamètres, on en compte toujours un nombre assez considérable; elles n'apparaissent en un mot qu'à l'état de groupes.

Dans les groupes de très petites dimensions les cellules ne se touchent pas; elles restent séparées par une distance en général minime, qui permet à chacune d'elles de conserver sa forme arrondie. Dans ces petits groupes elles sont le plus souvent aussi peu volumineuses: ce sont des cellules jeunes, en voie de développement.

Ces petits groupes peuvent être considérés comme les *lobules primitifs*. Ils n'offrent aucune forme déterminée. Les cellules qui contribuent à les former semblent se déposer une à une, et comme au hasard, sur leur contour.

En se réunissant, ces lobules primitifs forment des lobules plus gros, dont le volume varie avec le nombre de ceux-ci. Ces derniers se groupant à leur tour donnent naissance à des lobes, lesquels occupent une place de plus en plus large et peuvent atteindre ainsi jusqu'à ces grandes dimensions qu'ils nous offrent chez certains individus.

2° *Couleur*. — Les cellules adipeuses vues à l'état d'isolement présentent une coloration d'un jaune clair extrêmement pâle; mais en se groupant toutes ces teintes pâles prennent un ton d'autant plus vif que les cellules sont plus grosses et plus nombreuses. De cet accroissement graduel d'intensité dans leur coloration il suit que le tissu adipeux vu en masse offre une couleur jaune ambré très accusée, variant un peu cependant selon les individus, selon l'âge et selon l'état de santé.

3° *Siège*. — Les cellules adipeuses ont pour siège de prédilection le tissu conjonctif; c'est entre les faisceaux de ce tissu qu'elles se déposent et qu'on les rencontre presque partout. Cependant elles se montrent aussi en grand nombre dans le canal médullaire des os et dans les aréoles du tissu spongieux.

La graisse se dépose du reste dans les divers tissus de l'économie sous deux formes très différentes. Elle est représentée à l'état naissant par de simples granulations: celles-ci se montrent dans les cellules adipeuses sous la forme agglomérée; elles se multiplient d'abord, puis se fusionnent. Dans une multitude d'autres cellules, elles existent

aussi, mais restent isolées et diffèrent seulement par leur nombre et leur volume; c'est sous cette forme granuleuse qu'elles se présentent dans les cellules du cordon ombilical et les cellules cartilagineuses.

4° *Nombre, volume, consistance.* — Le nombre des cellules adipeuses est incalculable. Leur volume varie très notablement. A leur apparition elles sont petites, indépendantes, plus ou moins rapprochées. Puis elles s'accroissent progressivement, se rapprochent et arrivent au contact; leur volume alors est déjà beaucoup plus considérable. Dans une période plus avancée elles atteignent leurs plus grandes dimensions, se compriment réciproquement et se juxtaposent.

Leur consistance diffère selon les régions, selon l'âge, selon les

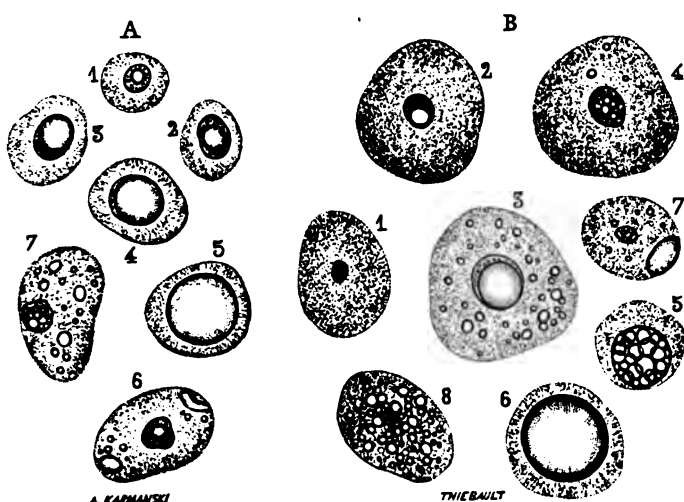


FIG. 40. — Développement des cellules adipeuses.

A. Cellules de la moelle des os. — 1, une cellule normale. — 2, cellule dont le noyau contient un globule graisseux occupant sa partie centrale. — 3, cellules dont le noyau est presque entièrement rempli par une masse graisseuse. — 4, cellule contenant une matière graisseuse plus grosse que celle de la précédente. — 5, cellule dont le noyau est complètement envahi et représenté par une grosse masse de graisse. — 6, cellule dont le noyau contient un globule graisseux, et dont le protoplasme en contient aussi plusieurs. — 7, cellules dont le noyau et le protoplasme sont simultanément envahis.

B. Cellules des myéloplaxes. — 1, cellule normale. — 2, cellule dont le noyau contient un globule graisseux. — 3, cellules dont le protoplasme présente des granulations graisseuses et dont le noyau est presque entièrement envahi. — 4, cellules dont le noyau seul contient des granulations graisseuses. — 5, cellules dont le noyau est rempli et dilaté par des granulations plus grosses. — 6, cellules dont le noyau est transformé en une grosse masse adipeuse. — 7, cellule dont le protoplasme seul est envahi. — 8, cellule dont le noyau et le protoplasme sont remplis d'un très grand nombre de granulations graisseuses.

individus. Dans certaines parties du corps le tissu adipeux est ferme; dans quelques-unes il offre une telle mollesse qu'il devient presque diffluent : telle est la graisse qu'on trouve dans le canal vertébral et celle qui entoure les reins. Chez les enfants ce tissu est souvent plus consistant que chez l'adulte. Sa consistance diminue dans les maladies chroniques et sous l'influence de la vieillesse.

5° *Forme.* — Elle diffère selon le nombre et le volume. Lorsque les cellules sont encore peu nombreuses et peu volumineuses, elles présentent une forme sphérique ou ovoïde. Lorsqu'elles arrivent à des dimensions plus grandes, elles se touchent, se compriment, se correspondent par des facettes et offrent alors une forme polyédrique.

Vues au microscope, les cellules adipeuses sont remarquables par la teinte sombre de leur contour, phénomène dû à leur grande réfringence, les rayons lumineux qui traversent leur périphérie étant déviées pour la plupart et n'arrivant plus jusqu'à l'œil de l'observateur, tandis que ceux qui traversent leur partie centrale lui parviennent tous, d'où l'aspect clair de celle-ci.

Si, après avoir examiné les cellules dans leur totalité et leurs rapports, on s'attache à les considérer dans leurs détails, on reste surpris de l'aspect varié sous lequel elles se présentent. On se trouve alors conduit à les distinguer en cellules jeunes, cellules adultes, cellules vieilles. Les cellules jeunes sont remplies de granulations graisseuses, d'inégal volume, séparées par des intervalles inégaux aussi : cet état granuleux caractérise la première période de leur développement. Dans les cellules adultes les granulations commencent à se fusionner, en sorte qu'il en est de grosses, de moyennes et de petites. A mesure qu'elles s'accroissent, les plus grosses augmentent encore de volume et diminuent de nombre aux dépens des petites qu'elles absorbent. Dans les cellules les plus anciennes, toutes les granulations se sont réunies en une seule masse qui remplit la cellule. Dans un même lobe et même dans un simple lobule on peut observer toutes ces variétés.

6° *Nature ou structure intime des cellules adipeuses.* — Tous les auteurs semblent d'accord aujourd'hui pour admettre que les granulations graisseuses en s'accumulant et se fusionnant refoulent le noyau des cellules vers leur enveloppe. Il suit de cette opinion que les cellules adipeuses comprendraient dans leur structure quatre éléments : 1° une masse graisseuse ; 2° un noyau situé en dehors et sur le contour de cette masse ; 3° un protoplasme entourant ce noyau ; 4° une enveloppe.

A cette théorie fondée sur des observations insuffisantes j'oppose la suivante, qui repose, je crois, sur un ensemble de faits plus probants. Les granulations apparaissent d'abord dans le noyau, ou bien simultanément

dans le noyau et dans le protoplasme. Celles du noyau s'accroissent, se fusionnent, forment une petite masse de plus en plus volumineuse; et cette masse principale dans sa dernière période se confond avec les masses environnantes. Celles du protoplasme se comportent exactement de la même manière; elles se multiplient, se confondent aussi, forment des petites masses graduellement croissantes, lesquelles se fondent à leur tour entre elles et avec celle qui s'est développée aux dépens du noyau. A mesure que la masse unique et définitive se constitue de toutes pièces, le noyau disparaît, le protoplasme disparaît, tout ce qui vivait au dedans de la cellule disparaît, ou du moins se transforme; la cellule meurt ainsi peu à peu, puis cesse d'exister. Toute cellule adipeuse parvenue à son entière évolution est une cellule morte. Voici les faits qui confirment cette théorie.

a. Il existe dans le canal médullaire des os, des plaques à contour irrégulier contenant jusqu'à quinze, vingt, vingt-cinq noyaux et même plus. Ch. Robin avait donné à ces plaques le nom de *myéloplaxes*. J'ai réussi à les décomposer et j'ai pu alors reconnaître que chaque noyau était le centre d'une cellule. J'ai vu de plus que chez les vieillards et même chez l'adulte ces cellules subissaient la dégénérescence graisseuse, et que la dégénérescence commençait par le noyau de la manière la plus manifeste. Dans un grand nombre, le noyau seul était dégénéré. Je reviendrai sur ce point en décrivant la moelle des os (fig. 40, B).

b. Sur les artérioles et les veinules des circonvolutions cérébrales des vieillards, les cellules musculaires deviennent le siège d'une dégénérescence semblable; et il est facile de constater que les granulations se montrent d'abord dans les noyaux des cellules. Lorsque ces noyaux sont complètement envahis, le protoplasme ambiant est envahi à son tour. Pour mettre en évidence ces cellules musculaires et suivre la transformation adipeuse qu'elles subissent, je fais usage du réactif suivant :

Acide chlorhydrique au 2000°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

Après quelques heures d'immersion dans ce réactif, les noyaux des cellules sont bien apparents, et l'on peut constater la présence et l'arrangement des granulations graisseuses sur toute leur longueur.

c. Enfin sur les cellules du tissu conjonctif, à l'aide du même réactif ou d'autres acides très dilués, il est facile de suivre sur celles qui sont au début de leur dégénérescence toute la série des phénomènes précédemment décrits.

En comparant cette théorie de la dégénérescence des cellules à celle qui est aujourd'hui adoptée, on peut voir qu'elles diffèrent considérablement l'une de l'autre. Dans celle-ci les granulations ne feraient que

s'interposer aux leucytes qu'elles laisseraient intacts et qu'elles refouleraient de toutes parts; la cellule resterait en possession de ses éléments essentiels et elle continuerait de vivre, ou conserverait du moins une certaine vitalité. Dans la théorie que je crois mieux fondée, noyau, leucytes, protoplasme fondamental, tout disparaît; s'il en restait quelques traces, on devrait les retrouver sur le contour de la cellule dégénérée; je n'ai jamais pu en découvrir le moindre vestige, tandis que j'ai nettement vu le noyau dépérir, puis disparaître dans la masse adipeuse du protoplasme.

Toute cellule adipeuse étant une cellule morte, comment nous expliquer les bonnes relations du tissu adipeux avec les tissus voisins? Ne voyons-nous pas au contact de tout corpuscule qui a cessé de vivre ou qui n'a jamais vécu les parties vivantes réagir aussitôt contre ce corps étranger? Mais remarquons que les cellules mortes ont séjourné longtemps au milieu de celles qui les entourent; les unes et les autres ont vécu ensemble; nous ne saurions donc nous étonner que la mort des premières reste sans influence sur les secondes. C'est ainsi d'ailleurs que les choses se passent dans le règne végétal. Les cellules qui forment les vaisseaux ligneux sont des cellules mortes; celles qui forment les vaisseaux libériens sont mortes aussi et leur mort ne modifie nullement le mode de vitalité des cellules environnantes. Peut-être pourrait-on m'objecter aussi qu'il est assez singulier de voir des cellules mortes servir dans le premier âge à la nutrition de l'enfant. Je réponds que le contenu de ces cellules n'a rien perdu de ses propriétés nutritives, qu'elles n'ont pris naissance que pour le produire, et qu'elles ne diffèrent pas de celles si nombreuses qui forment les réserves nutritives dans les végétaux.

B. Parties accessoires. — Au tissu adipeux on voit partout se mêler du tissu conjonctif, des fibres élastiques et des vaisseaux sanguins.

Le tissu conjonctif contient sur presque tous les points du corps des cellules adipeuses, dont l'existence est si générale qu'elles semblent en faire partie. Beaucoup d'auteurs les ont considérées en effet comme partie intégrante de ce tissu, opinion qui pourrait être acceptée, puisqu'elles ont pour point de départ les cellules conjonctivales, puisqu'elles ne sont en réalité que ces cellules altérées, dégénérées et frappées de mort. Mais, comme les masses adipeuses diffèrent très notablement du tissu conjonctif, comme elles sont semblables à elles-mêmes dans tous les organes qu'elles occupent, comme elles représentent en définitive un groupe de parties similaires, on reste dans la vérité en les considérant comme un système. Et d'ailleurs, les mots de tissu adipeux sont depuis longtemps adoptés dans le langage anatomique. Ils établissent entre ce tissu et le tissu conjonctif une distinction qui

est fondée. Sans s'éloigner de la réalité, et pour le mieux caractériser, on peut donc le classer au nombre des systèmes, parmi lesquels il tient sa place avec avantage; car le but de l'anatomie générale est de distinguer ce qui diffère et de rapprocher ce qui se ressemble; c'est à cette double condition qu'elle est utile.

Dans les considérations qui précèdent, nous avons suffisamment établi la filiation qui unit les cellules conjonctives aux cellules adipeuses; nous avons vu qu'entre les unes et les autres il existe toute une série de cellules intermédiaires, démontrant que les premières ne meurent pas subitement, mais progressivement.

Les fibres élastiques qui naissent comme les faisceaux conjonctifs des cellules situées dans leurs intervalles, et qui, pour cette raison, se trouvent presque partout aussi mêlées à ceux-ci, figurent au même titre parmi les parties accessoires du tissu adipeux.

Les vaisseaux sanguins sont représentés par des artérioles, des veinules et des capillaires. Les artérioles cheminent autour des groupes de cellules adipeuses; on les reconnaît très facilement à leurs fibres musculaires, très souvent elles sont entourées sur tout leur trajet par une gaine de cellules fusiformes bien manifeste. Les veinules les suivent en se ramifiant aussi et possèdent également une gaine formée par ces

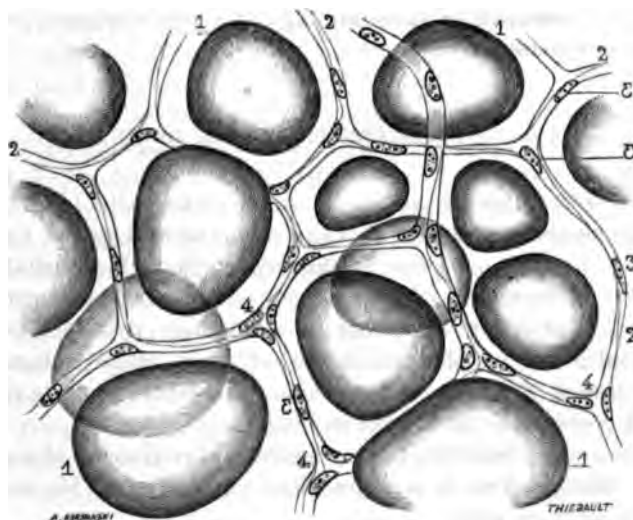


FIG. 41. — Capillaires du système adipeux.

1, 1, 1, cellules adipeuses. — 2, 2, 2, capillaires formés de simples cellules adhérant les unes aux autres par leur contour. — 3, 3, 3, noyau de ces cellules. — 4, 4, noyaux, s'élevant au nombre de deux ou trois, au niveau des angles résultant de l'anastomose des capillaires.

cellules. Sur certains points du corps les cellules se déposent par petits groupes entre les mailles des vaisseaux; quelquefois elles forment sur leur trajet des traînées qui leur forment une gaine accessoire. A l'aspect de ces traînées, on pourrait croire que la graisse transsude à travers les parois vasculaires et se dépose sur leur périphérie. Mais tel n'est pas le mode de formation des cellules adipeuses. La graisse ne pénètre pas dans les cellules; elle naît dans ces cellules, dans leurs noyaux, dans leur protoplasme. Elle est apportée dans leur partie constituante par les courants osmotiques qui président à leur croissance et à leur nutrition.

Les capillaires du tissu adipeux sont nombreux; ils cheminent au milieu des cellules, en s'anastomosant et en formant un réseau qui se prête admirablement à l'observation. Nulle part, le système capillaire n'est plus évident et plus facile à étudier. On voit sur tous les vaisseaux les noyaux des cellules et on peut constater aussi qu'ils sont formés par ces cellules, s'unissant les unes aux autres par leur contour. A la grande distance qui sépare leurs noyaux, on peut juger de leur longueur. Au niveau des anastomoses il existe presque toujours deux et souvent trois noyaux de forme ovoïde et plus ou moins rapprochés.

Le tissu adipeux comme le tissu conjonctif paraît dépourvu de nerfs. Autour des petits groupes où les cellules ne se touchent pas et où l'on distingue si nettement les vaisseaux capillaires, on n'aperçoit jamais le moindre ramuscule nerveux.

§ 3. — PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME ADIPEUX.

Comparées à celles des systèmes élastique et conjonctif, les propriétés physiques du système adipeux sont en quelque sorte négatives. Ces deux systèmes, en effet, ont pour principaux attributs l'extensibilité, la rétractilité, l'élasticité; le système adipeux n'est ni extensible, ni rétractile, ni élastique. Si on cherche à l'allonger, il se déchire; si on laisse tomber sur un plan une masse adipeuse, elle s'applique à sa surface sans se déformer et sans donner le moindre signe de réaction contre le poids qui l'entraîne et l'immobilise.

Il diffère des précédents par sa légèreté plus grande; plongé dans l'eau, il surnage, d'où la moindre fatigue qu'éprouvent les individus gras pendant la natation.

Sa consistance est molle, ce qui lui permet de se mouler sur les parties ambiantes et de les protéger à la manière d'un coussinet.

Sa couleur d'un jaune très pâle pour les cellules devient plus foncée pour les lobes; elle varie un peu selon l'âge et les individus.

Modérément développé, le tissu adipeux remplit les vides, comble les

dépressions, adoucit tous les contours; trop développé, il produit un effet opposé; surabondant, il devient une cause de difformité.

Sa composition chimique rappelle celle de tous les corps gras. C'est une substance ternaire, essentiellement composée d'oxygène, d'hydrogène et de carbone, qui se combinent souvent pour fournir des hydrates de carbone. La graisse est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool chaud, dans l'éther, la benzine, le sulfure de carbone. Elle se liquéfie par la chaleur, se solidifie sous l'influence du froid, et varie ainsi dans sa consistance selon la température et selon les climats, de telle sorte qu'une graisse très ferme sous les latitudes septentrionales devient fluide sous l'équateur.

Par ses propriétés physiologiques, le système adipeux diffère beaucoup de celles des autres tissus. Au début de son évolution, alors que les cellules possèdent encore leur noyau et leur protoplasme, il conserve ses propriétés d'assimilation et de désassimilation. Mais à mesure que ces deux éléments s'atrophient par l'invasion et sous l'oppression de plus en plus grandes des granulations graisseuses, il perd ses facultés nutritives qui s'éteignent définitivement lorsque ces cellules arrivent à leur complet développement.

Très utile chez l'homme, les mammifères et un très grand nombre de plantes, pendant la période fœtale et l'enfance, le tissu adipeux, chez l'adulte, ne remplit donc plus qu'un rôle simplement mécanique. A ce point de vue il demeure utile aussi longtemps que ses proportions restent dans un juste équilibre avec les autres parties de l'organisme. Mais, lorsque cet équilibre est rompu, lorsqu'il devient surabondant, exubérant, il n'est plus pour l'économie qu'une surcharge, un fardeau, une sorte de corps étranger ou de parasite vivant aux dépens de tout ce qui l'entoure; non seulement il devient alors incommode par la place plus ou moins grande qu'il usurpe, mais il est nuisible par les principes qu'il détourne de leur destination naturelle.

A ce degré d'exubérance il peut entraîner des conséquences plus graves. Car la graisse ne s'accumule pas seulement dans les cellules adipeuses; elle se dépose, sous une autre forme, autour des tubes nerveux. La myéline participe à l'invasion générale, en formant autour des cylindres des gaines plus épaisses. L'encéphale augmente de volume; le liquide céphalo-rachidien diminue de quantité. Les fonctions cérébrales ne s'accomplissent plus aussi facilement, aussi librement; elles tendent à perdre, sinon leur intégrité, du moins une partie de leur énergie et de leur éclat.

Aussi n'est-ce pas parmi les hommes adipeux qu'on rencontre en général les grands talents, les grandes illustrations qui ont changé la face du monde et des sciences; ce n'est pas à eux qu'il faut demander les grandes résolutions. J. César, menacé de mort de tous côtés,

disait souvent : « Ce ne sont pas ces hommes à face pleine et rose que je redoute, mais ces figures maigres et pâles, » faisant ainsi allusion aux conjurés qui devaient assassiner en plein Sénat le plus beau génie de l'empire romain. Si nous passions en revue les grands hommes de l'antiquité, nous ne les trouverions pas chez les peuples efféminés de l'Asie ; mais sur les rives de la Méditerranée où la vie était plus rude et plus active ; en Égypte, la patrie des Pharaons et des Ptolémées, dans l'ancienne Phénicie, qui couvrit la mer de ses flottes, qui fonda Carthage, en Grèce, en Italie, où vécurent tant de villes autrefois si prospères et tant d'hommes célèbres, dont la postérité nous a transmis les noms.

§ 4. — DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME ADIPEUX.

Les cellules adipeuses ne possèdent pas une existence qui leur soit propre. Elles se forment aux dépens des cellules du tissu conjonctif. Aussi ne les rencontre-t-on que sur les points où se montrent ces dernières.

Les cellules conjonctives en effet contiennent très souvent des granulations graisseuses ; mais tant que ces granulations restent très minimes et plus ou moins rares elles continuent à faire partie du tissu conjonctif. Elles n'appartiennent pas encore au système adipeux. Si les granulations deviennent plus nombreuses, si elles augmentent de volume, les cellules tendent à devenir adipeuses et le deviennent ensuite de plus en plus à mesure que leurs noyaux et leur protoplasme dépérissent pour leur céder la place qu'ils occupent. Elles changent alors de nom. Il importe, toutefois, de ne pas méconnaître leur origine. En réalité, elles appartiennent encore au tissu conjonctif dont elles représentent des cellules dégénérées.

Parmi ces cellules mortes, on rencontre toujours des cellules normales, non seulement sur leur périphérie, mais très souvent aussi dans leurs intervalles. Ces dernières continuent de vivre en conservant toute leur intégrité, et, lorsque les cellules mortes sont résorbées comme elles le sont chez l'enfant auquel elles ne sont plus utiles, ou chez l'adulte à la suite de longues affections chroniques, elles se multiplient par voie de bipartition et les remplacent. Les affections de longue durée peuvent être avantageuses sous ce rapport, en substituant à des éléments morts des éléments jeunes qui contribuent à ramener et à consolider l'état de santé.

La méthode histo-chimique est celle qui s'applique le mieux à l'étude du tissu adipeux et de ses parties accessoires. C'est même la seule qui soit véritablement utile ; c'est en un mot aux réactifs très dilués qu'il faut avoir recours.

SYSTÈME CARTILAGINEUX

Il est peu de systèmes dans l'économie qui s'affirment par des caractères aussi nettement définis que le système cartilagineux. Sa couleur, son extrême dureté, son élasticité le signalent au premier aspect. Aussi le trouve-t-on sur tous les points où ces attributs s'imposaient comme plus particulièrement utiles.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME CARTILAGINEUX

Les cartilages se divisent en quatre principaux groupes. Il en est qui constituent à eux seuls la totalité des os dans la première période de leur développement, mais qui seront envahis plus tard par les sels calcaires : ce sont les *cartilages d'ossification*. D'autres se voient sur les surfaces par lesquelles les os se juxtaposent ; ils font partie des articulations mobiles : ce sont les *cartilages diarthrodiaux*. Quelques-uns font partie des amphiarthroses : ce sont les *cartilages amphiarthrodiaux*. Les autres, pour la plupart, restent indépendants des os et se trouvent entourés par une membrane fibreuse appelée *périchondre* : ce sont les *cartilages périchondriques*.

Considérés dans leur structure, ces quatre ordres de cartilages diffèrent peu. Considérés dans leur conformation extérieure ou morphologie, ils diffèrent, au contraire, assez notablement. Chacun d'eux, par conséquent, mérite une mention particulière.

A. Cartilages d'ossification. — Ces cartilages n'ont qu'une existence temporaire. Sous ce rapport, ils se distinguent de tous les autres dont l'existence est définitive. Dans la première phase de leur évolution, les os sont représentés par de simples cellules semblables à celles qui les entourent. Rien alors ne les différencie des parties ambiantes.

Les cartilages d'ossification succèdent à cette première phase, ou *période muqueuse*, et cessent d'exister lorsque commence la troisième phase, ou *période d'ossification*. La durée de leur existence est ainsi nettement définie lorsqu'on envisage tout le groupe dans son ensemble. Mais ils ne se comportent pas de la même manière au moment où ils naissent et au moment où ils finissent : à leur naissance, ils apparaissent simultanément sur toute la longueur et sur toute la largeur de l'*os muqueux*, alors de très petite dimension. Lorsqu'ils cèdent leur place au tissu osseux, ils disparaissent graduellement, et à une époque qui varie pour chacun d'eux.

Les cartilages d'ossification, réduits à leurs moindres dimensions au moment où ils naissent, s'accroissent donc progressivement jusqu'au moment où ils commencent à disparaître. Alors débute pour eux une période inverse pendant laquelle ils se réduisent de plus en plus, de telle sorte que le corps des os marchant à la rencontre des épiphyses, et les épiphyses à la rencontre du corps, le cartilage n'est bientôt plus représenté que par une simple lame. Mais cette lame persiste longtemps, et c'est elle qui préside à l'accroissement des os. Lorsqu'elle disparaît à son tour, ceux-ci cessent de croître. Le squelette a atteint ses proportions définitives.

Pendant toute la durée qui s'écoule de leur naissance jusqu'au moment de leur plus grande dimension, les cartilages d'ossification prennent la forme de l'os futur. Mais ils ne présentent à leur centre aucune cavité; ou n'observe dans leur épaisseur ni canal médullaire, ni aréoles. Ces cavités se produiront plus tard, lorsque les cartilages se pénétreront de sels calcaires. Ils sont alors massifs et semblables dans toutes leurs parties. Leur surface est recouverte par une membrane fibreuse très mince, qui leur adhère assez fortement et qui prend aussi le nom de périchondre, mais qui prendra celui de périoste lorsque le tissu osseux remplacera le tissu cartilagineux.

La forme des cartilages d'ossification est subordonnée à celle des os qu'ils représentent. Elle est cylindrique pour les os longs, membraneuse pour les os plats alors très minces, irrégulièrement cubique pour les os courts, pisiforme pour les os sésamoïdes.

Leur consistance est caractérisée par une grande fermeté. Ils sont durs, non dépressibles, mais cependant flexibles.

Par leur élasticité ils ne diffèrent pas des cartilages articulaires et des cartilages périchondriques.

B. Cartilages diarthrodiaux. — Cette seconde classe de cartilages, appelée aussi *cartilages d'encroûtement*, comprend un très grand nombre de pièces, qui toutes se continuent d'abord avec les cartilages d'ossification. Situés sur les extrémités des os longs, sur les facettes

des os courts, sur les cavités des os plats, les cartilages articulaires diffèrent beaucoup par leurs dimensions et par leur forme.

Ceux qui répondent aux deux extrémités des os longs se moulent sur leur surface, qu'ils modifient un peu cependant. Ils sont plus épais sur les points qui supportent les plus fortes pressions et, en général, minces sur leur périphérie. Ce fait général, que j'ai décrit dans mon *Traité d'anatomie descriptive* sous le nom de *loi de pression*, trouve une belle confirmation sur les cartilages de l'articulation du genou. Celui des condyles est plus épais inférieurement; celui des cavités glénoides du tibia est plus épais à son centre, et même si épais sur la cavité externe que celle-ci de concave devient convexe. C'est en vertu de cette loi que les cartilages articulaires du membre inférieur sont plus épais que ceux du membre supérieur.

La superficie de ces cartilages est remarquable par la perfection de son poli, que l'industrie, avec ses innombrables machines, parvient à imiter, mais qu'elle ne saurait surpasser. La synovie, liquide onctueux et jaunâtre qui la recouvre, n'ajoute rien à ce poli. Elle facilite seulement le glissement des surfaces et devient pour celles-ci un moyen de protection.

Par leur face profonde, les cartilages articulaires se continuent avec le tissu osseux, en se modifiant un peu, de telle sorte que la transition s'opère graduellement. Leur adhérence est si intime qu'on les voit rarement se décoller, même à la suite des plus grands efforts.

C. Cartilages amphiarthrodiaux. — Ils ont surtout pour siège le corps des vertèbres, dont ils recouvrent les deux faces, sans s'étendre cependant jusque sur l'anneau compact qui répond à leur périphérie. Ces cartilages sont minces, d'une épaisseur à peu près égale sur tous les points. Ils adhèrent par une de leurs faces aux corps vertébraux, et par l'autre aux disques fibro-cartilagineux qui les unissent. Leur partie centrale est quelquefois si amincie qu'elle semble faire défaut. Chez le fœtus et l'enfant, au moment de la naissance, celle de leurs faces qui adhère au fibro-cartilage correspondant est encore lisse, unie et à peu près libre de toute adhésion. C'est un peu plus tard et progressivement que des connexions intimes s'établissent entre ces cartilages et les ligaments intervertébraux.

D. Cartilages périchondriques. — A cette dernière classe viennent se rattacher : 1° les cartilages costaux; 2° les cartilages du larynx; 3° ceux de la trachée et des bronches; 4° ceux de l'oreille externe; 5° ceux des paupières; 6° ceux du sens de l'olfaction. On pourrait, par conséquent, les ramener à deux ordres, dont l'un serait représenté par les cartilages annexés à l'appareil de la respiration, et l'autre par les cartilages annexés aux organes des sens. Le premier est le plus

nombreux; il pourrait être subdivisé en deux groupes secondaires : ceux qui font partie du thorax et ceux qui font partie des conduits aériens.

Tous ces cartilages ont pour attribut commun une grande résistance unie à une grande élasticité; de là pour la cavité thoracique la facilité avec laquelle elle se dilate et se resserre; de là pour les conduits aériens l'avantage d'être à la fois flexibles et incompressibles.

Quelques-uns se continuent avec les os, tels sont les cartilages costaux; tel est le cartilage triangulaire de la cloison des fosses nasales. Tous les autres sont indépendants. Tous sont entourés par une membrane fibreuse, mince et résistante, comparable au périoste. Cette membrane, par sa face profonde, leur adhère solidement.

Sur les cartilages de la trachée et des bronches, l'enveloppe périchondrique s'étend de l'un à l'autre, se dédoublant au niveau de chacun d'eux, revenant à l'unité dans leurs intervalles. Sur les cartilages costaux elle se continue avec les fibres aponévrotiques des muscles intercostaux. Sur les cartilages du nez elle se continue avec le périoste; il suit de ces connexions que les cartilages périchondriques ne sont indépendants qu'en apparence; presque partout on les voit se rattacher par leur périchondre aux parties voisines, en sorte que ce périchondre ne constitue pas pour eux une simple enveloppe, mais aussi un moyen d'union qui contribue à les immobiliser.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME CARTILAGINEUX

Le système cartilagineux se compose d'une partie fondamentale, le *tissu cartilagineux*, et de parties accessoires représentées par des vaisseaux et une enveloppe fibreuse.

§ 1^{er}. — TISSU CARTILAGINEUX.

Ce tissu est un des plus simples : il est partout très nettement caractérisé et très facile à reconnaître, soit qu'on l'examine à l'œil nu, soit qu'on l'examine au microscope.

Vu à l'œil nu, il se présente sous l'aspect d'une substance d'un blanc bleuâtre, extrêmement ferme, assez dure pour ne se laisser ni entamer, ni rayer par l'ongle, et en apparence parfaitement homogène.

Vu au microscope, il est formé de deux éléments bien différents, de cellules et d'une substance amorphe.

A. Cellules cartilagineuses. — Ces cellules, appelées aussi *chondroplastes*, peuvent être étudiées à l'aide des coupes, ou en faisant usage de la méthode des dissociations. On les voit également bien par l'une et

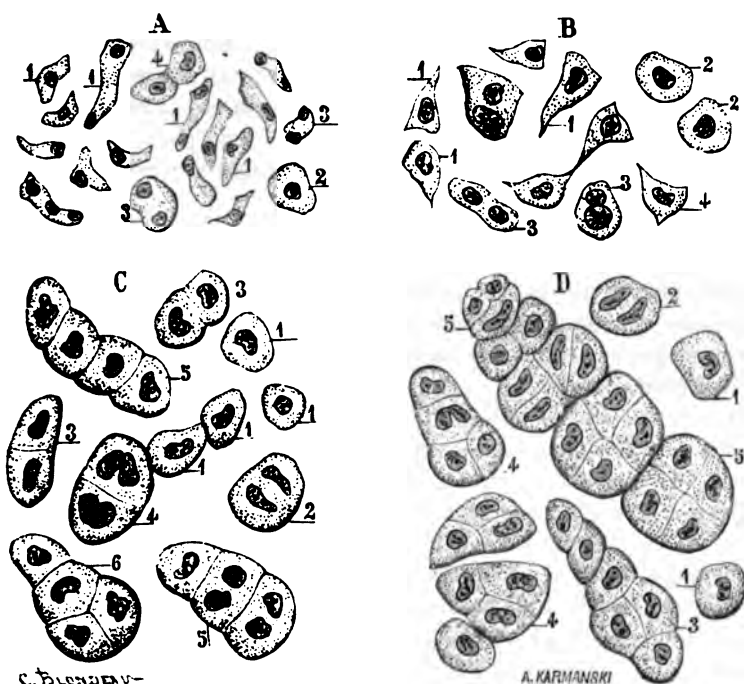


FIG. 42. — Cellules des cartilages articulaires.

A. Cellules cartilagineuses de l'extrémité inférieure du fémur chez un enfant de deux mois. — 1, 1, 1, 1, cellules contenant les unes un noyau, les autres deux noyaux situés à leurs extrémités. — 2, une cellule ronde. — 3, 3, deux cellules de même forme, qui contiennent deux noyaux. — 4, deux cellules à contour polygonal, se touchant par une de leurs facettes.

B. Cellules de l'extrémité inférieure du fémur chez un enfant de trois ans. — 1, 1, 1, cellules de figure triangulaire. — 2, 2, deux cellules sphériques. — 3, 3, deux cellules en voie de bipartition.

C. Cellules de l'extrémité inférieure du fémur chez un jeune homme de dix-huit ans. — 1, 1, 1, 1, cellules contenant un seul noyau. — 2, cellule en voie de bipartition. — 3, 3, cellules mères, dont les deux cellules filles sont séparées par une cloison. — 4, une cellule mère contenant deux cellules filles, l'une et l'autre en voie de bipartition. — 5, 5, 6, trois cellules mères en voie de multipartition.

D. Cellules de la surface articulaire du sacrum. — 1, 1, cellules simples. — 2, cellule en voie de bipartition. — 3, cellule contenant deux générations. — 4, 4, cellules contenant trois générations, qui tendent à se séparer. — 5, 5, une cellule ancestrale dont les quatre générations sont encore soudées.

l'autre méthode. Cependant elles diffèrent un peu selon qu'on emploie la première ou la seconde.

Lorsqu'on les prépare par la méthode des coupes, les cellules se montrent composées d'une partie contenue et d'une partie contenant. — La partie contenue représente la cellule proprement dite; à son centre on voit un noyau très apparent, brillant, réfringent, de figure arrondie lorsqu'il est unique, de figure triangulaire ou irrégulière lorsqu'il est double ou triple. Autour du noyau se trouve le protoplasme, dans lequel existent très souvent des granulations graisseuses. — La partie contenant est connue sous le nom de *capsule*. Elle est épaisse, translucide, très adhérente à la substance amorphe, dont elle se distingue à peine. Cette partie contenant, ou capsule, n'est autre chose que l'enveloppe primitive de la cellule, qui, d'abord très mince et indépendante, s'est identifiée peu à peu avec la substance environnante. Elle emprunte son épaisseur à cette substance; celle-ci, émanée du protoplasme, la traverse, se mêle à ses molécules propres, d'où l'aspect particulier qui caractérise toutes les cellules de cartilage, et qu'on ne retrouve plus sur celles des fibro-cartilages dans lesquels la substance amorphe fait défaut.

Si pour étudier les cellules des cartilages on a recours à la méthode des dissociations, leur aspect est bien différent. Elles reviennent alors à leur forme primitive. Sous l'influence des réactifs énergiques dont elle dispose, la substance amorphe qui les entoure se ramollit, et celle qui avait si notablement accru l'épaisseur de leur enveloppe se dissout et disparaît. Cette enveloppe, qui nous apparaît si épaisse sur les coupes, se présente alors avec ses attributs les plus habituels. Elle est mince, transparente et semble se confondre avec le protoplasme, qu'elle limite.

La méthode des dissociations a encore un autre avantage. Elle laisse apparaître les cloisons qui séparent les cellules de seconde, de troisième et de quatrième génération.

La méthode des coupes nous montre dans chaque capsule un ou plusieurs noyaux contenus dans le même protoplasme. La méthode des dissociations nous montre ce protoplasme commençant à se diviser pour former autant de cellules secondaires qu'il existe de noyaux et autant d'enveloppes nouvelles qu'il existe de cellules. Elle nous permet, en un mot, de suivre le tissu cartilagineux dans son développement, et peut être considérée, par conséquent, comme plus instructive.

Dans les cartilages d'ossification et les cartilages péricondriques les cellules ne présentent aucune forme et aucune direction bien déterminées. Mais il n'en est pas ainsi dans les cartilages diarthrodiaux et amphiarthrodiaux. Dans les premiers, les plus superficielles sont planes et parallèles à leur surface libre; les moyennes sont irrégulièrement

arrondies ; les profondes sont allongées et perpendiculaires à la surface adhérente. Dans les seconds, elles sont toutes plus ou moins allongées et parallèles à leurs deux surfaces.

B. Substance amorphe. — Parmi les substances issues de l'activité propre des cellules, il n'en est aucune peut-être qui dénote mieux son origine. Elle part si manifestement de leur protoplasme qu'on peut distinguer trois étapes dans sa marche. Dans la première, elle envahit leur enveloppe et la modifie profondément ; ainsi modifiée, cette enveloppe devient une capsule. Dans la seconde, elle s'épanche dans leurs intervalles, les sépare à peine et devient pour elles un moyen d'union.

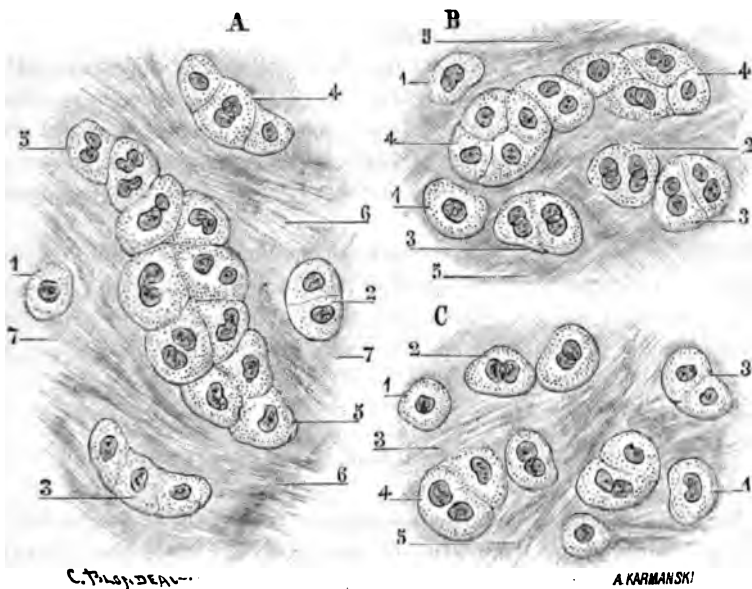


FIG. 43. — Cellules des cartilages périchondriques.

A. Cellules des cartilages costaux. — 1, cellule simple. — 2, cellule en voie de dédoublement. — 3, trois jeunes cellules se juxtaposant par une partie de leur contour. — 4, trois jeunes cellules semblables aux précédentes, dont l'une est en voie de dédoublement. — 5, 5, grande cellule ancestrale, dont toutes les cellules de quatrième et cinquième génération sont elles-mêmes en voie de bipartition. — 6, 7, 7, substance amorphe fibroïde.

B. Cellules des cartilages du larynx. — 1, 1, cellules simples. — 2, cellule qui s'est dédoublée et dont les cellules filles sont en voie de bipartition. — 3, cellule semblable à la précédente, mais un peu plus avancée dans son évolution. — 4, 4, cellule ancestrale. — 5, 5, substance amorphe fibroïde.

C. Cellules des cartilages de la trachée. — 1, 1, cellules simples. — 2, cellule en voie de dédoublement. — 3, cellule plus avancée dans son dédoublement. — 4, cellule contenant deux cellules filles, dont l'une est déjà presque dédoublée. — 5, substance amorphe fibroïde.

Très rapprochées encore, les cellules semblent beaucoup plus nombreuses; c'est la période fœtale de son invasion, période dont la durée se prolonge jusqu'à la fin de l'adolescence.

Dans la dernière période, la substance amorphe devenant de plus en plus abondante, les cellules s'éloignent et ne tiennent plus qu'une place secondaire dans la constitution du cartilage, la substance qui les unit en formant alors la plus grande partie.

Cette substance diffère un peu, selon qu'on l'observe dans les trois premières classes de cartilages ou dans la dernière. Dans les cartilages d'ossification et articulaires, elle se présente au microscope comme composée de très fines granulations solidement unies entre elles, et comparables pour leur extrême ténuité à celles qui forment le tissu osseux. — Dans les cartilages périchondriques, on retrouve encore ces granulations. Mais, au lieu de se disséminer sans ordre, elles se disposent dans une grande partie de leur épaisseur en séries très déliées, qui donnent à la substance amorphe l'aspect fibroïde. Cet aspect se voit très bien sur les cartilages costaux, sur ceux du larynx, de la trachée, etc. La méthode des dissociations les met très facilement en évidence.

Entre les cellules et la substance amorphe l'union est intime. Chaque cellule est fortement immobilisée et absolument immuable; chacune d'elles conserve dans ce milieu très simple non seulement sa situation relative, mais son mode de configuration, même sous les pressions les plus violentes.

§ 2. — PARTIES ACCESSOIRES DU SYSTÈME CARTILAGINEUX.

Dans ce système les parties accessoires ne prennent qu'une faible part à sa structure. Parmi celles-ci nous trouvons seulement des vaisseaux sanguins et le périchondre.

A. Vaisseaux sanguins. — Sur les quatre classes de cartilages que nous connaissons il en est trois qui sont privées de vaisseaux. Ainsi on n'observe ni artères, ni veines, ni capillaires sanguins dans les cartilages périchondriques et dans les cartilages diarthrodiaux. Les cartilages amphiarthrodiaux en sont dépourvus aussi. Cependant il n'est pas très rare d'en rencontrer dans leur partie centrale. Ces vaisseaux proviennent du corps de la vertèbre et se prolongent alors jusque dans le centre des disques intervertébraux. J'ai eu plusieurs fois l'occasion de les étudier. Mais peut-être leur existence était-elle le résultat d'un état pathologique commençant; car le cartilage amphiarthrodial était en partie résorbé à son centre et un peu ramolli.

C'est donc, en définitive, seulement dans les cartilages d'ossification

que se montrent les vaisseaux sanguins. Ils n'existent pas encore à leur apparition, mais ne tardent pas à se développer. Au début de leur évolution on ne remarque que des tronçons d'artérioles et de veinules, séparés, plus ou moins éloignés les uns des autres. A mesure que le cartilage s'accroît, les tronçons s'allongent et, par conséquent, se rapprochent. Ils finissent par se rencontrer. Alors s'ébauche un réseau à larges mailles, interrompu sur certains points, lequel se complète peu à peu. Lorsque le cartilage est arrivé à ses plus grandes dimensions, les vaisseaux sanguins sont très apparents et très nombreux; les injections démontrent qu'ils communiquent avec ceux du périchondre. Pour les voir, il suffit de faire des coupes au hasard et sans préparation préalable. Les vaisseaux, par leur couleur rouge, se dessinent très bien. En variant les coupes, on peut remarquer qu'ils deviennent plus nombreux autour des points en voie d'ossification. Leur apparition précède toujours le dépôt des sels calcaires.

Les vaisseaux de ces cartilages ne sont pas de simples capillaires. Sur la plupart, on trouve déjà des fibres musculaires dont le microscope dénote très facilement l'existence.

B. Périchondre. — Cette enveloppe n'est pas l'attribut de tous les cartilages. C'est seulement sur les cartilages d'ossification et sur les cartilages périchondriques qu'on la rencontre.

Les cartilages diarthrodiaux se continuent par leur circonférence avec le périoste et les synoviales articulaires. Celles-ci, parvenues sur leur contour, semblent se prolonger sur leur surface, mais s'arrêtent après un trajet de quelques millimètres, leurs vaisseaux traversant le cartilage pour aller se continuer avec ceux du tissu osseux, leur épithélium pavimenteux se terminant à cette limite par une ligne circulaire. Rien ne recouvre par conséquent leur surface libre, ni chez l'adulte, ni chez le fœtus, si ce n'est la synovie destinée à faciliter leur glissement réciproque.

Les cartilages amphiarthrodiaux, adhérents par leurs deux faces, s'unissent par leur circonférence à la portion périphérique des disques intervertébraux.

Le périchondre est une enveloppe fibreuse, assez mince et opaque, d'un blanc mat ou un peu jaunâtre. Comme toutes les autres dépendances du système fibreux, elle est inextensible et douée d'une remarquable résistance. Par sa face profonde, elle adhère aux cartilages assez fortement pour qu'il ne soit pas possible, en général, de la détacher par voie de simple décollement. Sa face externe n'est unie aux parties environnantes que par un tissu conjonctif lâche.

Le périchondre, comme le périoste, se compose de faisceaux fibreux, de volumes divers, se rassemblant par groupes inégalement volumineux

aussi. Ceux-ci, en se croisant dans leur trajet, forment une trame réticulée, à mailles très serrées. Dans leurs intervalles et dans les mailles résultant de leur entre-croisement cheminent des artères, des veines, et des capillaires en grand nombre, qui s'anastomosent fréquemment. Ces vaisseaux sont accompagnés par des nerfs volumineux, très nombreux, ramifiés et anastomosés également. J'ai rencontré deux fois sur leur trajet des corpuscules de Pacini; sur le premier sujet il en existait un seulement, et sur le second deux, qui étaient très rapprochés. A ces divers éléments se mêlent, en quantité variable, des cellules adipeuses dont l'existence est constante.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME CARTILAGINEUX

A. Propriétés physiques. — Pour leurs propriétés physiques les cartilages pourraient être comparés aux minéraux. De part et d'autre elles sont caractérisées par la netteté et la précision; de part et d'autre elles sont invariables. Par elles le règne organisé et le règne inorganique semblent se toucher. Remarquons que la substance amorphe, élément essentiel et principal des cartilages, est presque une substance minérale. Les cellules disséminées dans son épaisseur n'existent que pour la produire, et ensuite pour en assurer la conservation. Ainsi constitués, les cartilages se rapprochent par leur nature des corps composés de simples molécules. Leurs fines granulations sont les analogues de ces molécules.

La couleur des cartilages est blanche dans le jeune âge, et surtout dans les cartilages d'ossification et articulaires; mais elle prend une teinte jaunâtre dans les cartilages périchondriques, teinte qui s'accuse de plus en plus avec l'âge et qui provient des granulations graisseuses du protoplasme.

Leur consistance, extrêmement ferme, joue un rôle considérable dans les fonctions qu'ils remplissent. Elle n'est pas assez grande cependant pour les transformer en organes rigides et cassants. Chacun d'eux conserve une certaine souplesse et même, lorsqu'ils sont minces, une remarquable flexibilité. Dans nuls autres organes nous ne voyons la fermeté et la flexibilité s'allier à un aussi haut degré.

Leur élasticité égale leur ferme consistance. Beaucoup d'autres parties du corps sont douées aussi de cette propriété, les ligaments jaunes par exemple. Mais dans aucune on ne voit une aussi grande élasticité s'associer à une aussi grande fermeté. De cette association de

leurs deux principaux attributs découle une propriété mixte qui les caractérise essentiellement et qui les distingue, non seulement de toutes les autres parties du corps, mais de tous les produits imaginés par l'industrie pour les imiter. Certes, on ne saurait trop admirer les infinis progrès qu'elle a réalisés. Mais c'est en vain qu'elle a cherché jusqu'ici à produire des substances comparables aux cartilages. Toute machine qui fonctionne est fatalement condamnée à dépérir par voie d'usure. Tout rouage inventé pour transmettre un mouvement se désagrège au contact par un mécanisme inverse à celui qu'avait employé l'affinité pour le former. En un mot les minéraux s'usent par le frottement; les cartilages ne s'usent pas. Leurs surfaces se mouvant l'une sur l'autre, leur frottement est presque ininterrompu depuis la naissance jusqu'à la mort; ces frottements sont souvent d'une violence extrême. Mais ils résistent à toutes ces violences, à tous les abus auxquels nous les soumettons, et pendant toute la durée de leur existence on ne voit jamais une seule molécule se détacher de leur surface. Les années, si fatales aux autres parties de l'organisme, passent sur eux sans les atteindre. Si l'industrie réussissait un jour à découvrir des substances possédant un semblable privilège, c'est-à-dire inusables par les frottements, elle réaliserait un progrès d'une portée incalculable.

B. Composition chimique. — Traités par l'ébullition prolongée, les cartilages donnent de la *chondrine*, qui se prend en gelée par le refroidissement et qui ressemble beaucoup par ses caractères à la gélatine, mais qui en diffère cependant.

Les acides sulfureux, fluorhydrique, arsénique, acétique, tartrique, oxalique, etc., précipitent la chondrine et ne précipitent pas la gélatine.

La plupart des sels métalliques de plomb, de fer, de cuivre, d'argent, l'alun, précipitent aussi la chondrine et restent sans action sur la gélatine.

Par contre, le sublimé qui précipite la gélatine ne précipite pas la chondrine.

Desséchée, la chondrine représente une substance diaphane, dure, qui se ramollit dans l'eau et se prend en gelée.

Exposés au contact de l'air, les cartilages jaunissent, se racornissent, deviennent très durs et peuvent être conservés indéfiniment sous cette forme. Si on les plonge dans l'eau, par le fait seul de leur imbibition ils reprennent leur aspect primitif.

Procédé de dissociation. — Soumis à l'action de l'acide sulfurique au 5° pendant vingt-quatre heures, et ensuite à l'ébullition dans le même acide au 30°, ils se ramollissent; puis la substance amorphe se dissout, et les cellules cartilagineuses devenues libres se trouvent en pleine

évidence. Leur capsule, privée de la substance amorphe dont elle était pénétrée, a repris sa minceur primitive; les cloisons qui séparent les cellules de seconde et de troisième génération sont pour la plupart très apparentes. Ce procédé présente donc de réels avantages; c'est celui que j'emploie pour l'étude des tissus cartilagineux et fibro-cartilagineux.

On peut aussi laisser les cartilages immergés dans la solution d'acide sulfurique au 5°, additionnée de 1/9° d'acide acétique; mais alors l'immersion, pour produire la dissociation, doit être longtemps prolongée, un mois, deux mois et quelquefois plus.

C. Propriétés physiologiques. — En comparant la substance amorphe des cartilages à la composition moléculaire des minéraux, j'ai fait déjà entrevoir combien leur vitalité était faible et diffuse. Elle n'est pas douteuse cependant. La présence seule des cellules suffirait pour la mettre à l'abri de toute contestation. Ajoutons que l'exsudation de la substance fondamentale sous l'influence de leur activité propre est une seconde preuve de cette vitalité. L'accroissement de celle-ci et son renouvellement en sont une troisième. Mais il faut bien le reconnaître, les phénomènes d'assimilation et de désassimilation semblent ici réduits à leur plus simple expression.

Si faible qu'elle soit, cette vitalité suffit pour expliquer leur formation, leur croissance et la permanence de leur parfaite intégrité pendant toute leur durée. Mais elle réclame pour les cartilages diarthrodiaux une condition de première importance; c'est le mouvement, le glissement, le frottement des deux cartilages en contact. Ce frottement favorise leur nutrition.

Le repos longtemps prolongé leur est au contraire très défavorable. Tous les observateurs ont été frappés de ce qu'ils appellent l'amincissement, l'usure, l'éburnation de ces cartilages dans la vieillesse. Or elle n'est pas le résultat de l'usure, mais la conséquence du repos. Les cartilages, ne vivant plus alors que d'une vie imparfaite, ne peuvent plus résister à l'invasion des sels calcaires; ces sels les envahissent d'autant plus qu'ils restent plus immobiles. Si les articulations d'un enfant étaient condamnées à une complète immobilisation, nous les verrions, avec le temps, s'éburner comme dans la vieillesse. Il en est des cartilages diarthrodiaux comme des muscles. Ceux-ci se conservent à la condition de se contracter, et les cartilages à la condition de se mouvoir les uns sur les autres. Chez le vieillard, les muscles se contractant de moins en moins et le jeu des articulations se ralentissant de plus en plus, toutes les parties de l'appareil locomoteur tombent dans le même état de décadence, état fatalement progressif, avant-coureur d'une fin prochaine.

CHAPITRE IV

DÉVELOPPEMENT ET ATTRIBUTIONS
DU SYSTÈME CARTILAGINEUX

A. Développement. — On peut distinguer dans l'évolution du système cartilagineux quatre périodes caractérisées chacune par un groupe particulier de phénomènes.

Première période : période muqueuse. — Le tissu cartilagineux n'est représenté à cette époque que par des cellules à peine ébauchées, très petites, très molles, presque diffluentes. Rien alors ne les différencie des cellules voisines. Allongées et limitées pour la plupart par un contour irrégulier, elles ne possèdent pas encore la forme qu'elles prendront plus tard. De la substance amorphe on ne trouve aucune trace.

Deuxième période : apparition de la substance amorphe. — Cette substance apparaît vers la fin du second mois de la vie intra-utérine chez l'homme. Les cellules conservent les caractères qui leur sont propres pendant la vie embryonnaire ; même exigüité de volume, même irrégularité de configuration. Mais leur consistance subit une importante modification ; de très molle elle devient ferme, sans avoir encore la fermeté qu'elle prendra dans la période suivante. Cette fermeté est due à l'exsudation d'une très minime quantité de substance amorphe qui dépasse à peine leurs parois, d'où, pour celles-ci, un accroissement très sensible d'épaisseur. Elles passent alors de leur état primitif à l'état de chondroplast. Au delà de leur périphérie la substance amorphe commence aussi à s'épancher et immobilise les chondroplastes en les unissant par tous les points de leur contour.

Troisième période : période de croissance. — C'est dans cette troisième période que les cartilages acquièrent leur constitution définitive. Les cellules, jusqu'alors très petites et très variables de forme, se développent et se multiplient par voie de dédoublement. En même temps elles augmentent notablement de volume et prennent la forme qu'elles doivent conserver. Elles tendent ainsi à se rapprocher. Mais, la substance amorphe s'épanchant autour d'elles en beaucoup plus grande abondance, elles semblent au contraire s'éloigner. Les capsules de cartilage plus épaisses adhèrent fortement à cette substance.

Si pour observer les cellules on fait usage de la méthode des coupes, on distingue à peine les capsules, malgré leur épaisseur ; mais on voit

très bien les noyaux, et autour de ceux-ci les protoplasmes correspondants. Très souvent dans le même protoplasme il existe deux et même trois noyaux. On pourrait croire alors qu'ils appartiennent à la même cellule, ce qui serait contraire à tous les faits connus.

En traitant les cartilages par la méthode des dissociations, on reconnaît en effet que ces noyaux sont séparés par de minces cloisons et qu'ils appartiennent à autant de cellules différentes. C'est qu'en effet, à mesure que les cartilages se développent, les cellules se multiplient par voie de bipartition ; et telle cellule, qui n'était représentée dans la seconde période que par ses trois éléments, se trouve représentée dans la troisième par deux, trois et quatre générations de cellules secondaires. En d'autres termes elle est passée de l'état de cellule élémentaire à l'état de cellule mère. Les plus anciennes et les plus âgées, remarquables par leurs très grandes dimensions, sont des *cellules ancestrales*, qu'on peut rencontrer partout ; mais c'est surtout sur la facette articulaire du sacrum qu'on trouve ces cellules à nombreuse descendance (fig. 42 et 43).

Quatrième période : période calcaire. — Parvenus au terme de leur croissance, les cartilages ne se modifient plus, ni dans leurs dimensions, ni dans leurs formes, et vivent longtemps dans cet état de complète évolution. Lorsque arrive l'âge mur, les granulations grasses de leurs cellules augmentent de nombre et un peu de volume, d'où la teinte jaunâtre que prennent alors quelques-uns d'entre eux et plus particulièrement les cartilages costaux.

Déjà aussi à cette époque, mais surtout dans la vieillesse, ils sont envahis par les sels calcaires et présentent un mode de dégénérescence qui leur est propre. Tous les auteurs nous disent qu'ils s'ossifient, et on pourrait le croire en effet. Mais ce qui caractérise le tissu osseux, c'est la présence des ostéoplastes et des cellules étoilées ; or les cartilages, considérés comme ossifiés, ne présentent ni cellules étoilées, ni ostéoplastes. Les sels calcaires se déposent simplement dans leur épaisseur. Ainsi dégénérés ils passent de l'état de cartilage à l'état ossiforme, mais sans se creuser de canalicules vasculaires et sans jamais prendre les véritables attributs du tissu osseux.

Tous les cartilages ne se comportent pas à cet égard de la même manière. Il en est qui ne subissent jamais la dégénérescence ossiforme et d'autres sur lesquels elle est très fréquente et peut même se montrer à un âge peu avancé. Parmi les premiers se trouvent les cartilages des paupières, les cartilages du nez, et parmi les seconds tous les cartilages du larynx. Il en est aussi qui sont ossiformes dès leur apparition, tels sont ceux de la trachée chez les oiseaux. Cette même dégénérescence se rencontre également sur les cartilages diar-

throdiaux, ainsi que nous l'avons vu précédemment; comme sur tous les autres elle est caractérisée par un simple dépôt de phosphate et de carbonate calcaires, dont l'apparition est du reste plus tardive.

B. Attributions des cartilages. — Bien qu'ils soient constitués sur le même type, les cartilages remplissent cependant des usages très différents.

Les cartilages d'ossification suppléent les os dans la première période de la vie. Ils en possèdent toutes les fonctions. Leur destination principale est de servir de point d'appui aux parties molles. Leur solidité sans doute ne saurait être comparée à celle des os; mais les parties qu'ils soutiennent sont alors plus légères; les muscles qui s'y attachent sont aussi plus faibles. Par leur volume, par leur résistance, par leurs attributions ils se trouvent donc en parfaite harmonie avec tout ce qui les entoure.

Ces cartilages remplissent encore une autre destination d'un ordre plus élevé. Leurs cellules en se multipliant et se transformant forment les cellules osseuses. Les sels calcaires en se déposant autour de celles-ci forment les ostéoplastes; les mêmes sels en se déposant autour de leurs vaisseaux forment les canalicules osseux. Leur périchondre forme le périoste. Ils comprennent en un mot dans leur structure tous les éléments nécessaires pour passer de l'état cartilagineux à l'état osseux.

Les cartilages diarthrodiaux s'étalent sur les surfaces articulaires pour les protéger. Supposons pour un instant qu'ils disparaissent, que deviendra le tissu osseux soumis à des frottements incessants? il sera usé, corrodé, détruit dès l'enfance. Qu'ils le recouvrent et ils lui communiqueront une sorte d'immunité contre toutes les violences du dehors. On ne saurait trop admirer l'harmonie qui existe entre leur constitution et les usages qu'ils remplissent. Cette harmonie est telle qu'ils se conservent d'autant mieux que leurs fonctions sont plus actives.

Les cartilages amphiarthrodiaux remplissent des usages analogues; ils protègent le tissu spongieux des vertèbres qui n'offre qu'une faible résistance.

Les cartilages périchondriques sont destinés à d'autres usages. Les cartilages costaux, par leur résistance, contribuent à consolider la cage thoracique; par leur élasticité ils lui permettent de se dilater et se resserrer tour à tour. Ceux du larynx et de la trachée assurent aux conduits aériens une complète et constante perméabilité, en résistant à la pression atmosphérique au moment où le thorax se dilate. Ceux des paupières maintiennent la forme de ces organes qui peuvent ainsi se mouvoir facilement sur le globe de l'œil.

SYSTÈME FIBRO-CARTILAGINEUX

Il est des parties dans l'économie qui ont été peu étudiées, et qui sont encore mal connues. Au nombre de celles-ci se rangent les fibro-cartilages. Ils formeraient, selon la plupart des auteurs, une famille dont les membres seraient clairsemés; c'est à peine en effet si on les trouve mentionnés dans nos meilleurs traités. Une simple énumération suffira pour montrer que le système fibro-cartilagineux est beaucoup plus important qu'on ne l'a pensé jusqu'ici.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME FIBRO-CARTILAGINEUX

Les fibro-cartilages diffèrent beaucoup les uns des autres, soit par leurs formes, soit par leurs connexions. Comparés entre eux sous ce double point de vue, ils forment quatre principaux groupes :

Le premier comprend tous ceux dont les deux faces sont libres; le second, ceux qui adhèrent aux parties adjacentes par une de leurs faces; le troisième, ceux qui leur adhèrent par leurs deux faces; le quatrième, ceux qui n'existent qu'à l'état d'ébauche.

Tous ces fibro-cartilages se trouvent en connexions intimes avec les os. Dans un cinquième groupe on pourrait placer ceux qui n'ont aucun rapport avec le squelette, comme l'épiglotte, comme ceux qui surmontent les cartilages aryénoïdes et quelques autres.

A. Fibro-cartilages dont les deux faces sont libres. — Ils sont situés dans les cavités des articulations mobiles, entre les os qui contribuent à les former, et auxquels ils s'appliquent par leurs faces, d'où le nom de *cartilages inter-articulaires* sous lequel ils sont plus spécialement connus.

A ce premier groupe appartiennent : les fibro-cartilages inter-articulaires du genou, celui des articulations sterno-claviculaires, celui de l'articulation temporo-maxillaire, celui de l'articulation cubito-car-

pienne et quelques autres qu'on trouve chez les vertébrés. Tous ces fibro-cartilages ont pour caractère commun de se mouler par leurs deux faces sur les os qu'ils séparent. Quelques-uns ne les séparent qu'en partie seulement, comme ceux du genou ; tous les autres les séparent complètement. Ils ont aussi pour caractère commun d'être plus épais sur leur circonférence qu'à leur centre. Ceux dont la partie centrale n'existe pas se terminent du côté de celle-ci par un bord tranchant. Un troisième caractère les rapproche encore : ils ont pour commune destination de faciliter le jeu des surfaces articulaires et de donner plus d'étendue à leurs mouvements.

B. Fibro-cartilages qui adhèrent aux os par une de leurs faces.

— Ils sont beaucoup plus nombreux que les précédents, mais sont restés longtemps méconnus, ayant été considérés comme de simples ligaments. On les trouve aux deux extrémités des membres, d'une part dans les articulations énarthroïdiales, de l'autre dans les articulations trochléennes de la main et du pied. Dans les énarthroses ils sont représentés par les bourrelets cotyloïdien et glénoïdien ; dans les trochlées, par des segments de sphère qui répondent au côté de la flexion. Leur nombre s'élève à quatorze pour la main et quatorze pour le pied. Dans cette catégorie rentrent encore les deux ligaments calcanéo-scaphoïdiens, en sorte que leur chiffre total varie de cinquante à soixante.

Ceux qui portent le nom de bourrelet présentent une forme prismatique et circulaire. Ils sont épais en dehors, où ils se continuent avec le périoste ; minces en dedans, où ils se continuent avec le cartilage des cavités articulaires. Leur face libre est concave, leur face adhérente presque plane.

Ceux qui offrent la configuration d'un segment de sphère sont unis et concaves sur leur face articulaire ; ils se confondent par la face opposée avec les ligaments latéraux des articulations correspondantes. Une moitié de leur contour adhère au bord de la cavité glénoïde des phalanges : l'autre moitié est en rapport seulement avec la synoviale. Ces fibro-cartilages, fortement constitués à la racine des doigts et des orteils, se réduisent, sur leur extrémité opposée, à de très minimes dimensions.

C. Fibro-cartilages qui adhèrent aux os par leurs deux faces.

— Leur nombre varie avec l'âge. Chez l'adulte, ce troisième ordre comprend tous les disques intervertébraux. A ceux-ci viennent s'ajouter, chez l'enfant, les disques qui unissent les vertèbres sacrées et coccygiennes. Il varie aussi selon les espèces animales, c'est-à-dire selon le développement ou la longueur de l'appendice caudal.

Les deux faces de ces fibro-cartilages sont planes chez l'homme, la légère concavité des facettes vertébrales étant comblée chez lui par les cartilages amphiarthroïdiaux. Chez un grand nombre de vertébrés, et

particulièrement chez les poissons, dont les facettes vertébrales sont plus ou moins concaves, les disques intervertébraux prennent une forme biconique.

Chez l'homme, celui de leurs deux bords qui répond au canal rachidien est concave; le bord opposé est convexe.

Lorsqu'on incise ces fibro-cartilages, on remarque que leur partie périphérique diffère beaucoup de leur partie centrale. La première est extrêmement dense, très résistante et d'apparence fibreuse. La seconde est molle, d'un blanc mat, très élastique; elle est creusée d'une cavité virtuelle dont les parois sont hérissées de longs prolongements villiformes très irréguliers.

Immergées dans l'eau bouillante seule ou acidulée, la partie centrale et la partie périphérique se comportent bien différemment. La partie centrale, double ou triple de volume, devient extrêmement dure et plus élastique encore; la partie périphérique se modifie à peine. Nous verrons qu'elles diffèrent aussi très notablement par leur structure.

D. Fibro-cartilages à l'état d'ébauche. — Cette dernière classe de fibro-cartilages se rencontre sur toutes les diarthro-amphiarthroses; c'est-à-dire dans la symphyse des pubis, dans les articulations sacro-iliaques, dans les articulations costo-vertébrales et les articulations chondro-sternales. J'ai démontré dans mon *Traité d'anatomie descriptive* que dans les articulations de cet ordre chaque surface articulaire est recouverte : 1° d'une lame de cartilage; 2° d'une lamelle fibro-cartilagineuse. L'examen microscopique confirme l'existence de ces deux couches et montre la différence des éléments qui les composent.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME FIBRO-CARTILAGINEUX

Le système fibro-cartilagineux est essentiellement constitué par un tissu spécial, le tissu fibro-cartilagineux. A celui-ci s'ajoutent des parties accessoires à peine entrevues et qui tiennent cependant une place très importante dans sa structure.

§ 1^{er}. — TISSU FIBRO-CARTILAGINEUX.

Quatre éléments contribuent à former ce tissu : 1° des faisceaux fibreux très denses et de volumes divers; 2° des cellules fibreuses et fibro-cartilagineuses répandues en grand nombre dans leurs intervalles; 3° des cellules de cartilages; 4° une substance amorphe qui les unit.

En d'autres termes, nous retrouvons dans le tissu fibro-cartilagineux une association des systèmes fibreux et cartilagineux, se superposant et se continuant sans se confondre. Le mode d'association diffère du reste selon qu'on considère les fibro-cartilages inter-articulaires et péri-articulaires, ou les fibro-cartilages amphiarthroïdiaux.

A. Structure des fibro-cartilages inter-articulaires et péri-articulaires. — Sur les fibro-cartilages inter-articulaires, le tissu fibreux occupe leur partie moyenne, et surtout leur périphérie plus épaisse, en sorte qu'ils sont formés de trois couches, une fibreuse et deux cartilagineuses. Sur ceux du genou, la portion fibreuse répond à leur bord externe et la portion cartilagineuse à leur bord interne duquel elle se prolonge sur leurs deux faces. De ces deux portions la première n'est pas simplement fibreuse; elle est à la fois fibreuse et cartilagineuse. La seconde ne diffère pas des cartilages diarthroïdiaux; on remarque dans son épaisseur les mêmes cellules, unies aussi par une substance amorphe.

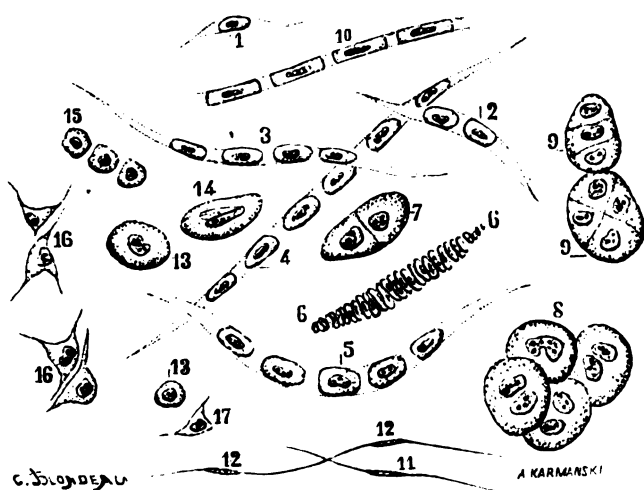


FIG. 44. — Cellules des fibro-cartilages inter-articulaires et péri-articulaires.

1, cellule fusiforme. — 2, deux cellules semblables formant une fibre fusiforme plus grosse et plus longue. — 3, fibre fusiforme formée par une série de quatre cellules. — 4, fibre fusiforme formée de six cellules. — 5, fibre fusiforme comprenant cinq cellules. — 6, 6, fibre fusiforme composée d'un grand nombre de cellules ovoïdes, transversales et très rapprochées. — 7, une cellule en voie de bipartition. — 8, quatre cellules en voie de dédoublement. — 9, 9, deux autres cellules en voie de bipartition. — 10, cellules cylindriques. — 11, cellule fusiforme. — 12, 12, deux cellules semblables, qui se continuent par leurs extrémités. — 13, 13, cellules sphériques. — 14, une cellule ovoïde en voie de dédoublement. — 15, trois petites cellules sphériques. — 16, 16, cellules étoilées. — 17, très petite cellule étoilée et isolée.

La portion fibro-cartilagineuse se compose de faisceaux curvilignes ou rectilignes, effilés à leurs extrémités, parallèles sur certains points, s'entre-croisant sur d'autres, soit dans leur totalité, soit seulement par leurs parties terminales.

Les cellules situées entre ces faisceaux rappellent celles des systèmes fibreux-cartilagineux; mais elles sont plus irrégulièrement réparties. Quelques-unes sont sphériques ou ovoïdes et isolées. Beaucoup d'autres se disposent en série; reliées entre elles par les fibres conjonctives sous-jacentes, elles prennent alors l'aspect de fibres fusiformes. Celles-ci sont du reste plus ou moins longues; lorsque les cellules sont ovoïdes et longitudinalement dirigées, elles offrent une plus grande longueur, variant selon le nombre des cellules. Si les cellules sont transversales et appliquées les unes aux autres, disposition beaucoup plus rare, les fibres sont courtes.

Indépendamment de ces cellules ovoïdes, isolées ou se succédant en série, il en est qui sont cylindriques et sériées également. A ces variétés s'ajoutent encore des cellules étoilées (fig. 44).

La méthode des dissociations, en dissolvant les faisceaux fibreux, met toutes ces cellules en liberté et en rend l'étude très facile.

B. Structure des fibro-cartilages amphiarthrodiaux. — Ces fibro-cartilages possèdent une structure qui leur est propre et qui diffère beaucoup selon qu'on considère leur partie périphérique ou leur partie centrale. La partie périphérique seule est fibro-cartilagineuse; la partie centrale rentre dans la classe des cartilages. Chacune d'elles exige donc une description particulière.

1° Partie périphérique ou fibro-cartilagineuse. — Au premier aspect, cette partie périphérique se présente comme simplement fibreuse. Mais elle contient dans son épaisseur un très grand nombre de cellules de cartilage. Les faisceaux fibreux extrêmement denses sont disposés par couches concentriques. Les plus extérieures sont circulaires, les autres demi-circulaires; ces dernières, situées au-devant de la portion cartilagineuse, se montrent d'autant plus courtes qu'elles deviennent plus profondes. Sur les coupes transversales ces couches annulaires et semi-annulaires se distinguent par leur coloration qui est alternativement plus terne et plus claire. Elles se composent de faisceaux obliques se dirigeant de l'une des faces des corps vertébraux vers la face opposée. Tous ceux de la même couche offrent la même obliquité, et ceux de la couche suivante ou précédente une obliquité inverse, de telle sorte qu'ils se croisent en sautoir. Ils sont du reste modérément tendus, surtout chez l'enfant, et permettent ainsi aux principales vertèbres d'exécuter de légers mouvements de bascule en sens divers et même de rotation autour de leur axe.

Dans l'épaisseur de ces faisceaux fibreux on remarque un grand nombre de cellules disposées pour la plupart en série, comme celles des tendons et affectant aussi des formes très différentes. Il en est de sphériques, d'ovoïdes, de cylindriques, de fusiformes et d'étoilées. Celles qui occupent les couches superficielles présentent les caractères propres aux cellules du tissu fibreux. Celles des couches profondes sont de nature cartilagineuse; elles deviennent d'autant plus nombreuses qu'elles se trouvent plus rapprochées de la partie centrale des fibro-cartilages. Le passage des unes aux autres ne s'opère donc pas brusquement, mais graduellement.

Les cellules étoilées se divisent en deux ordres. Les unes présentent

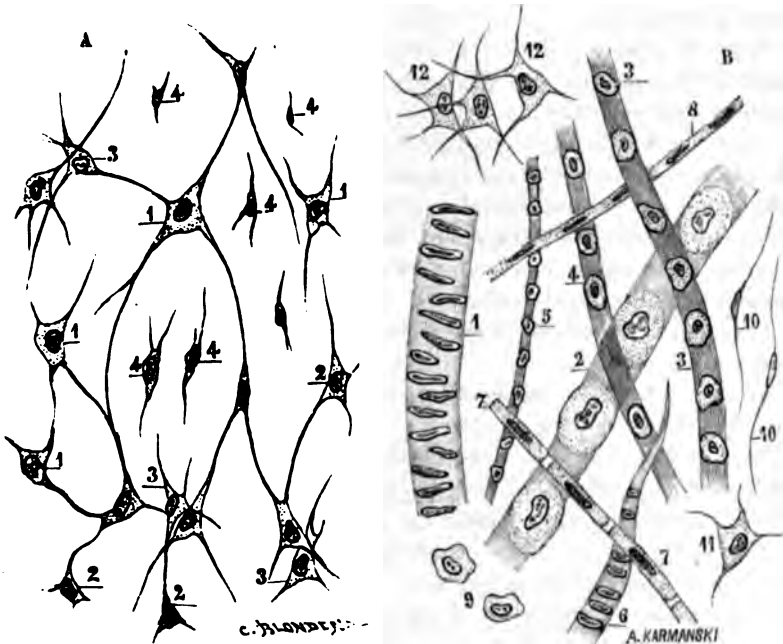


FIG. 45. — Cellules de la partie périphérique des fibro-cartilages intervertébraux.

A. Cellules étoilées. — 1, 1, 1, 1, grandes cellules étoilées de forme quadrilatère, se continuant entre elles par leurs longs prolongements. — 2, 2, 2, cellules semblables, dont un prolongement seulement est resté entier. — 3, 3, 3, cellules semblables aussi aux premières, mais plus profondément situées. — 4, 4, 4, 4, 4, très petites cellules étoilées, sans relation entre elles, et sans relation aussi avec les grandes cellules quadrilatères.

B. Cellules de divers types. — 1, fibre de noyaux. — 2, cellules ovoïdes très espacées. — 3, cellules sphériques situées sur un faisceau primitif. — 4, cellules ovoïdes très inégalement distantes. — 5, petites cellules sphériques équidistantes. — 6, partie terminale d'une fibre fusiforme. — 7, cellules cylindriques indépendantes. — 8, cellules cylindriques se continuant entre elles. — 9, cellules isolées. — 10, 10, cellules fusiformes. — 11, cellule étoilée. — 12, 12, un groupe de cellules semblables.

de très longs prolongements par lesquels elles s'anastomosent; les autres sont beaucoup plus petites et indépendantes (fig. 45).

Les grandes cellules étoilées ne se voient que dans les fibro-cartilages amphiarthrodiaux et n'ont rien de commun avec les cellules étoilées des tendons. Je les ai vues d'abord sur le chien et ensuite sur l'homme. Elles sont irrégulièrement quadrilatères. De chacun de leurs angles part un très long prolongement qui se porte à la rencontre des prolongements émanés des autres cellules. Les uns et les autres se continuent. De leurs anastomoses résulte un réseau à très longues et très larges mailles. Leur noyau est très apparent. Elles semblent avoir pour destination de relier entre elles les couches concentriques de la partie périphérique.

Dans le voisinage de ces grandes cellules et souvent dans leurs mailles on rencontre des petites cellules étoilées qui rappellent les cellules étoilées des tendons (fig. 45).

Les cellules sphériques et ovoïdes restent isolées sur certains points. Mais le plus souvent, elles se rangent en séries linéaires, et tantôt alors leur grand axe est transversal, tantôt longitudinal; elles peuvent être très rapprochées ou plus ou moins espacées, et présentent sous tous ces rapports de très grandes variétés. En décroissant de diamètre elles constituent des fibres fusiformes.

Les fibres cylindriques sont rares; les fibres fusiformes sont peu nombreuses aussi.

Au milieu de toutes ces cellules on rencontre quelquefois des fibres de noyaux plus ou moins longues.

Pour mettre en évidence les cellules de la partie périphérique, il faut les traiter par la méthode des dissociations, en faisant appel aux réactifs les plus énergiques, c'est-à-dire en prolongeant l'immersion dans l'acide sulfurique au 5°, et en prolongeant aussi l'ébullition dans cet acide au 20°. Pour observer les grandes cellules étoilées, on les cherchera sur des coupes horizontales. Pour les autres, toutes les espèces de coupes peuvent être utilisées.

2° *Partie centrale ou cartilagineuse.* --- Rien ne révèle à l'œil de l'observateur la nature de cette partie centrale. Lorsqu'on l'incise, elle est molle, et sa consistance contraste étrangement avec celle des cartilages. Elle est cartilagineuse cependant, mais représente dans l'économie un cartilage *sui generis*, dont on chercherait vainement d'autres exemples.

Sa consistance est d'autant plus molle qu'on l'examine sur un point plus rapproché du centre des vertèbres. Au niveau de cette portion centrale elle est creusée d'une cavité, beaucoup plus large qu'on ne le croirait d'abord. Les parois de cette cavité, extrêmement irrégulières,

sont recouvertes de prolongements, assez longs, se subdivisant en prolongements de second et même de troisième ordre, tous remarquables aussi par la variété de leurs configurations.

Si, après avoir étudié cette partie centrale à l'état normal, on la traite par la méthode des dissociations, elle double ou triple d'épaisseur, prend une grande consistance, acquiert une énergique élasticité, et se rapproche alors beaucoup des véritables cartilages. Sur une particule qu'on en détache pour la soumettre à l'examen microscopique, on remarque en effet qu'elle en offre tous les caractères. Elle est constituée par une substance amorphe, en partie granuleuse, en partie fibroïde, semblable

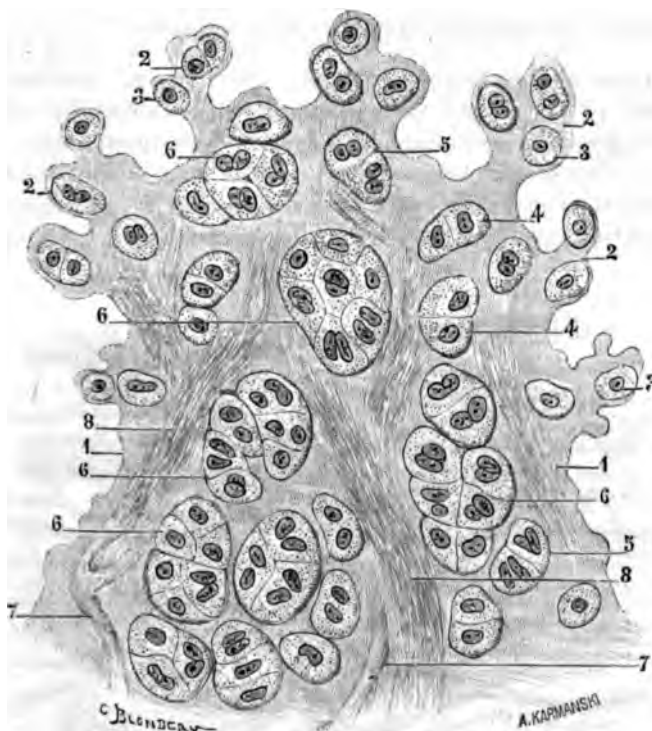


FIG. 46. — Partie centrale ou cartilagineuse des fibro-cartilages intervertébraux.

1, 1, un prolongement villiforme naissant des parois de la cavité centrale de ces fibro-cartilages. — 2, 2, 2, 2, cellules cartilagineuses situées à l'extrémité des prolongements villiformes de second ordre. Toutes ces cellules sont en voie de bipartition. — 3, 3, 3, cellules n'offrant aucun vestige de bipartition. — 4, 4, deux cellules arrivées au terme de leur dédoublement. — 5, 5, cellules mères contenant deux jeunes cellules en voie de bipartition. — 6, 6, 6, 6, cellules ancestrales contenant des cellules de quatre générations. — 7, substance amorphe granuleuse. — 8, substance amorphe fibroïde.

à celle des cartilages costaux et par d'innombrables cellules de cartilages. Sur quelques points ces cellules restent isolées. Mais la plupart se disposent par groupes, et dans chaque groupe on voit deux et quelquefois trois générations. Tous ces groupes de cellules à descendance plus ou moins nombreuses se prêtent très facilement à l'observation après avoir subi un ramollissement suffisant (fig. 46).

§ 2. — PARTIES ACCESSOIRES DES FIBRO-CARTILAGES.

Le système fibro-cartilagineux possède des artères, des veines, des vaisseaux capillaires et des nerfs, auxquels se mêlent quelques fibres élastiques et une quantité variable de tissu adipeux.

A. **Vaisseaux des fibro-cartilages.** — Dans tous les fibro-cartilages, il existe des artères, des veines et des capillaires. Mais ces vaisseaux ne sont pas également abondants dans toutes les parties qui en dépendent. C'est surtout dans les fibro-cartilages inter-articulaires et péri-articulaires qu'on les rencontre en grand nombre, et particulièrement dans ceux du genou. Ils sont très nombreux aussi dans les fibro-carti-



FIG. 47. — Vaisseaux et nerfs des fibro-cartilages inter-articulaires du genou.

1, 1, artère de moyen calibre. — 2, branche qu'elle donne dans son trajet. — 3, 3, artérioles. — 4, 4, veines et veinules. — 5, tronc nerveux; d'autres troncs semblables se voyaient sur la même préparation. — 6, 6, divisions qui en partent.

lages péri-articulaires de l'articulation de la hanche. Dans les autres organes du même ordre, leur nombre et leur volume diminuent assez notablement. Dans les disques intervertébraux ils se réduisent à leur moindre développement.

Les artères et les veines ont pour siège la partie fibreuse des fibro-cartilages. Cette partie fibreuse occupant surtout leur périphérie, c'est aussi sur cette périphérie qu'elles sont remarquables par leur plus grande abondance et par leur calibre. La méthode des dissociations est la seule qui les montre. Les histologistes les ayant cherchées à l'aide de réactifs très dilués ou à l'aide de la méthode des coupes ne semblent pas les avoir vues; ils les mentionnent à peine. Ces méthodes, en effet, sont impuissantes pour les mettre en évidence. Elles exigent des réactifs énergiques qui attaquent et dissolvent les faisceaux fibreux.

Ces faisceaux fibreux étant ainsi métamorphosés en une pulpe transparente, les artères et les veines apparaissent en foule, et on peut les suivre dans leur trajet. On voit alors les unes et les autres cheminer côte à côte le plus souvent, ou bien s'écarter, mais sans jamais s'éloigner beaucoup. Sur leur trajet, on observe de nombreuses divisions qui s'anastomosent. A mesure qu'on se rapproche de leurs extrémités

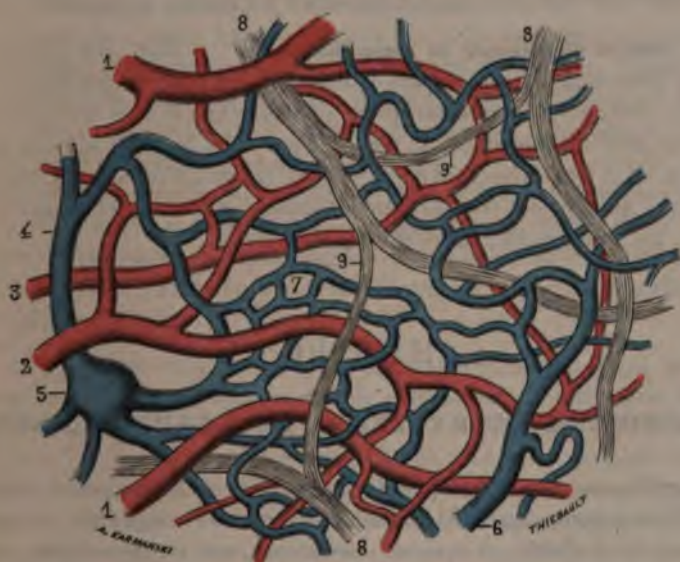


FIG. 48. — Vaisseaux et nerfs des fibro-cartilages intervertébraux.

1, 1, artères. — 2, 3, deux autres divisions artérielles. — 4, veine. — 5, renflement qu'elle présente dans son trajet. — 6, autre veine. — 7, réseau capillaire. — 8, trois rameaux nerveux. — 9, 9, anastomoses de ces nerfs.

terminales, ces divisions se multiplient, s'anastomosent et affectent dans leur disposition d'infinies variétés rappelant celles que nous avons déjà vues et mentionnées dans le système fibreux. Elles se terminent aussi sur une foule de points par des arcades ou des anses, dont la convexité regarde la couche cartilagineuse.

Sur tous ces vaisseaux, on distingue les fibres musculaires qui les entourent, et on les suit jusqu'au niveau de leur continuité avec les capillaires. Ceux qui contiennent une certaine quantité de sang offrent une couleur rouge très vive qui signale au premier aspect leur présence et qui donne à ces préparations un éclat comparable à celui qu'elles offrent sur les tissus préalablement injectés (fig. 47 et 48).

B. Nerfs. — Comme les vaisseaux, les nerfs des fibro-cartilages se voient dans leur portion fibreuse. Ils accompagnent généralement les artères et les veines. Leur volume est considérable dans les fibro-cartilages du genou, un peu moindre dans les fibro-cartilages péri-articulaires, plus réduit encore dans les disques intervertébraux, où ils sont aussi beaucoup plus rares, en sorte qu'il est difficile de constater leur existence. J'ai réussi plusieurs fois cependant à les observer; ils suivent aussi le trajet des vaisseaux. Les réactifs violents dont dispose la méthode des dissociations peuvent seuls les mettre en lumière.

C. Fibres élastiques et tissu adipeux. — Dans les fibro-cartilages inter-articulaires et péri-articulaires on observe des fibres élastiques; mais elles n'existent qu'en petit nombre et sont ordinairement de très petites dimensions. Il n'en est pas ainsi du tissu adipeux qui se dépose dans ces mêmes fibro-cartilages en quantité souvent considérable, et qui devient très incommode pour l'étude des vaisseaux et des nerfs, les trainées adipeuses suivant leur trajet.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME FIBRO-CARTILAGINEUX

Par ses propriétés physiques le système fibro-cartilagineux participe des deux systèmes qui contribuent à le former. Il emprunte au système fibreux sa fermeté, sa grande résistance, son inextensibilité; et au système élastique les mêmes propriétés qui s'ajoutent aux précédentes en les accentuant, et une propriété nouvelle, l'élasticité.

La consistance des fibro-cartilages est si grande qu'ils résistent aux poids les plus lourds sans se laisser déformer: ainsi se comportent ceux du genou, qui supportent tout l'organisme et les fardeaux souvent con-

sidérables dont les porteurs de profession chargent leurs épaules. Cette consistance diffère peu de celle des cartilages; de même que ceux-ci, l'ongle fortement appliqué à leur surface ne réussit ni à les entamer, ni à les marquer de son empreinte.

Leur résistance peut être comparée à celle des cartilages articulaires et périchondriques. On tenterait vainement aussi de les allonger; ils ne diffèrent pas à cet égard des tissus fibreux dont nous avons précédemment constaté la complète inextensibilité. C'est par l'alliance de ces trois grandes propriétés, fermeté, résistance, inextensibilité, qu'ils se rapprochent si manifestement du tissu fibreux.

Mais ils diffèrent de celui-ci par leur élasticité. Unie aux trois avantages qui précèdent, l'élasticité leur communique une souplesse qui les caractérise essentiellement.

Ainsi s'explique la haute utilité du bourrelet cotyloïdien, celle du bourrelet glénoïdien et celle de tous les autres fibro-cartilages péri-articulaires; ils résistent aux plus grands efforts et protègent par leur souplesse la circonférence des cavités sur lesquelles ils reposent. Représentée par un contour osseux, que deviendrait cette circonférence? Elle se briserait au premier choc. Recouverte par un bourrelet élastique et souple, elle résiste en cédant, en se déprimant.

C'est dans les disques intervertébraux que cette souplesse est surtout remarquable; sans rien enlever à l'extrême résistance de ces ligaments, elle permet à la colonne vertébrale d'exécuter des mouvements d'ensemble très variés, et même à chaque vertèbre des mouvements semblables, mais seulement plus limités.

Comparés aux cartilages, les fibro-cartilages sont à la fois plus élastiques, plus souples et plus flexibles. Comparés au tissu fibreux, ils sont plus denses et cependant moins rigides. La nature les a préparés à une fonction spéciale qu'ils pouvaient seuls remplir, et qu'ils remplissent admirablement bien.

La composition chimique de ces organes est mixte. Leur partie fibreuse se compose principalement de substances albuminoïdes. Leur partie cartilagineuse, soumise à une ébullition prolongée, donne de la chondrine. — La graisse qu'ils contiennent en proportion variable est un produit ternaire résultant de la combinaison de trois éléments: oxygène, hydrogène, carbone. Sur les fibro-cartilages tous les réactifs dilués restent sans action; la méthode des coupes participe de la même insuffisance. Seuls les réactifs énergiques que nous avons mentionnés peuvent mettre en lumière leur structure, en dissociant leur élément fibreux et ramollissant leur élément cartilagineux.

Leurs propriétés physiologiques consistent surtout dans les phénomènes d'osmose relatifs à leur nutrition. Le double courant qui les

caractérise suffit pour les maintenir dans un état d'intégrité aussi complet que s'ils n'avaient pas à supporter de continuels et rudes frottements. Précédemment du reste nous avons vu que ces conditions mécaniques semblent plutôt favorables à leur vitalité.

Procédés d'étude.

Déjà nous les avons en partie mentionnés. Cependant, comme la méthode des dissociations est la seule qu'on puisse appliquer à l'étude des fibro-cartilages, comme les beaux résultats qu'elle donne sont inconnus des partisans de la méthode des coupes, il ne sera peut-être pas inutile de les résumer rapidement. Ces procédés se réduisent du reste à immerger les parties fibro-cartilagineuses qu'on se propose d'étudier dans cette énergique solution :

Acide sulfurique au 5°.....	9 parties.
Acide acétique.....	1 partie.

Après une immersion de trente à quarante heures, on fait bouillir les parties soumises à l'action du réactif froid dans cette solution de même nature, mais plus étendue :

Acide sulfurique au 20°.....	9 parties.
Acide acétique.....	1 partie.

Deux minutes, d'ébullition suffisent en général pour amener la préparation à un degré suffisant de ramollissement, c'est-à-dire pour convertir les deux éléments des fibro-cartilages en une sorte de pulpe. On place alors les parties ramollies sous un courant d'eau froide, et on en détache ensuite une particule qu'on examine au microscope, en la recouvrant d'une goutte d'acide acétique glycérimé :

Acide acétique au 100°.....	1 partie.
Glycérine.....	3 parties.

Une quatrième condition est encore utile et même nécessaire pour le succès : il importe que la préparation soit assez fortement comprimée pour lui donner toute la transparence qu'elle doit avoir. Il importe aussi que les parties préparées aient été prises sur un enfant très maigre, âgé de quelques semaines ou de quelques mois seulement, les parties cartilagineuses et fibro-cartilagineuses étant à cet âge moins résistantes, plus faciles à ramollir et offrant surtout le grand avantage d'être à peu près dépourvues de tissu adipeux.

SYSTÈME OSSEUX

Le système osseux tient une place importante dans l'organisation des animaux. Constitué par une colonne centrale, la *colonne vertébrale*, à laquelle viennent se rattacher les os de la tête et des membres, il a permis aux naturalistes de diviser le règne animal en deux grands embranchements, les *animaux vertébrés*, et les *animaux invertébrés*. Cette base fondamentale de toutes nos classifications est si légitime qu'elle est restée incontestée depuis les écrits d'Aristote et les travaux de l'école d'Alexandrie.

Les différentes pièces qui forment le squelette ont été décrites depuis ces temps lointains dans leurs moindre détails et sont regardées aujourd'hui parmi les différentes branches de l'anatomie descriptive comme l'une de celles que nous connaissons le mieux.

Considérés dans leur ensemble, au point de vue de l'anatomie générale, c'est-à-dire indépendamment de tout rapport et de toute connexion, les os forment le système osseux.

Ce système a été envisagé un peu différemment par les auteurs. Les uns en séparent le périoste pour le rattacher au système fibreux. D'autres en retranchent la moelle, dont ils font un système à part : le *système médullaire*. D'autres enfin acceptent cette double mutilation ; telle était l'opinion de Bichat.

Aucune de ces trois opinions ne me paraît fondée. Il est de toute évidence que le périoste fait partie des os ; il n'est pas moins évident que la moelle en fait partie aussi. Lorsque nous rapprochons des parties similaires pour en former un système, le principe qui nous dirige et qui s'impose à nous, c'est de les prendre dans leur intégralité.

Nous étudierons donc le système osseux dans son ensemble, cherchant à donner de chacune des parties qui le composent une notion claire et complète. Dans ce but nous nous occuperons d'abord de la conformation intérieure des os ; nous prendrons ensuite connaissance de leur structure, puis de la moelle, du périoste, de leurs vaisseaux, de leurs propriétés, enfin de leur développement ou ostéogénie.

§ 1^{er}. — CONFORMATION INTÉRIEURE DES OS.

Le tissu osseux se présente sous deux principaux aspects qui diffèrent assez notablement. Sur certaines parties des os il est extrêmement condensé, très dur, et de couleur blanche ; sous cette forme il constitue le *tissu compact*. Sur d'autres parties il est raréfié, aréolaire beaucoup moins résistant ; il prend alors le nom de *tissu spongieux*. Ces deux principales formes du tissu osseux se retrouvent dans tous les os ; mais leur disposition relative n'est pas semblable.

La conformation intérieure des os doit être considérée par conséquent tour à tour dans les os longs, dans les os larges et les os courts.

A. Conformation intérieure des os longs. — Pour observer la conformation intérieure de ces os, il suffit de les diviser sur toute leur longueur en deux moitiés, en prenant de préférence un os sec, le fémur ou le tibia par exemple. On voit alors que l'os est creusé d'un canal qui n'en occupe que la partie moyenne ou diaphyse. Ce canal renferme la moelle et porte le nom de *canal médullaire*. Il s'effile à ses deux extrémités et affecte par conséquent une configuration fusiforme. Ses parois, très irrégulières, le deviennent de plus en plus à mesure qu'on se rapproche des épiphyses de l'os. Dans les os longs, de petites dimensions, comme la clavicle, comme les métacarpiens et les métatarsiens, comme les phalanges, le canal médullaire n'existe qu'à l'état de simple vestige.

Sur les coupes transversales les canaux médullaires se présentent avec la forme qui leur est propre. Elle ne rappelle qu'imparfaitement celle des diaphyses. Ils sont circulaires, et assez grands au niveau de leur partie moyenne, mais n'offrent plus aucun contour arrêté, en deçà et au delà de celle-ci ; ils ont alors pour simple limite des aréoles s'ouvrant les unes dans les autres, se continuant entre elles et très variables aussi dans leur forme.

Sur les coupes longitudinales on peut remarquer que les os longs sont formés de trois substances d'aspect bien différent. Leur partie périphérique est constituée par une substance blanche, extrêmement dure, d'apparence homogène : c'est le *tissu compact*. Au niveau de la partie moyenne des canaux médullaires, ce tissu atteint sa plus grande épaisseur. En remontant ou descendant vers ses extrémités il s'amincit de plus en plus, et ne représente plus à ces deux limites qu'une lamelle recouvrant les aréoles sous-jacentes.

En passant de la diaphyse sur les extrémités des os longs, le tissu compact conserve cette minceur. Très résistant sur la diaphyse qui lui doit

toute sa solidité, il devient pour les parties qui la prolongent un simple moyen de régularisation; il n'ajoute rien à la résistance des aréoles sous-jacentes; mais il les protège en les recouvrant.

Sur ces mêmes coupes longitudinales, en dedans du tissu compact se présente un tissu composé d'aréoles, à parois irrégulières et fragiles, de capacités très différentes: c'est le *tissu spongieux*. Réuni au tissu

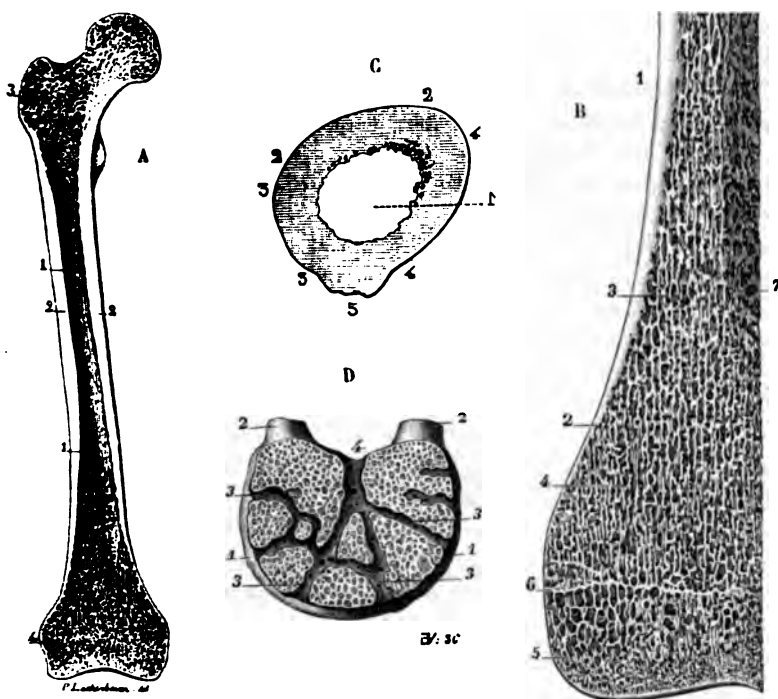


FIG. 49. — Conformation intérieure des os.

A. Coupe longitudinale du fémur. — 1, 1, canal médullaire. — 2, 2, paroi de ce canal, ou diaphyse de l'os. — 3, son extrémité supérieure. — 4, son extrémité inférieure, formée comme la précédente, par un tissu spongieux très dense.

B. Tissu spongieux de l'extrémité inférieure du fémur. — 1, 2, tissu compact de la diaphyse, s'amincissant de plus en plus en descendant. — 3, tissu spongieux de l'os. — 4, ce même tissu devenant plus dense à mesure qu'il se rapproche de l'épiphyse. — 5, épiphyse inférieure. — 6, dernière trace de la lame qui séparait l'épiphyse du corps de l'os. — 7, extrémité inférieure du canal médullaire.

C. Coupe de la diaphyse du fémur. — 1, canal médullaire. — 2, 2, face antérieure de la diaphyse. — 3, 3, sa face interne. — 4, 4, sa face externe. — 5, ligne âpre ou bord postérieur du corps de l'os.

D. Coupe horizontale d'une vertèbre lombaire. — 1, lamelle compacte de la face antérieure du corps de l'os. — 2, 2, coupe de ses deux pédicules. — 3, 3, ses canaux veineux se dirigeant d'avant en arrière. — 4, tronc commun de ces canaux.

§ 1^{er}.

Le tissu osseux
est assez notable
condensé, très d
le *tissu compac*
moins résistant
principales for
leur dispositio

La conform
quent tour à l

A. **Confo**
conformatio
longueur e
fémur ou
canal qui
renferme
deux ext
Ses paro
qu'on se
dimens
siens,
simple
Sur
avec
celle
leur
et a
vra
au

si

f

o

i

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

l

table, qui sépare ces deux tables. Le tissu spongieux est formé d'un *diploé*.

Les tables ne sont pas parallèles. Elles s'écartent sur les bords et se rapprochent au centre de ces os. De là deux conséquences principales dont la première est relative au mode d'union des os plats : plus épais sur leurs bords, ils articulent plus solidement ; et lorsqu'ils ne s'unissent pas par leur surface, comme l'omoplate et l'os iliaque, ceux-ci donnent insertion à un grand nombre de muscles, davantage que le bord axillaire de l'omoplate et la crête de l'os iliaque utilisent très largement. Plus ils sont excavés à leur partie centrale, ils offrent aux muscles une surface d'insertion plus étendue et en rapport avec la multiplicité de leurs fibres.

La répartition des deux tissus n'est pas semblable sur leur circonférence et à leur centre. Leur circonférence est constituée essentiellement de tissu spongieux assez condensé. A leur centre ce tissu devient de plus en plus mince et finit par disparaître, les deux tables se soudant l'une à l'autre, de telle sorte que cette partie centrale est en général transparente.

Le *diploé* des os plats est creusé de canaux veineux assez larges, à trajectoire irrégulière et à trajet curviligne ou sinueux. Ces canaux sont plus développés sur les os larges du tronc. Mais ils sont souvent remarquables sur les os du crâne, particulièrement sur l'occipital, le parietal et le frontal. Leur nombre et leurs dimensions sont le plus souvent en raison directe de l'âge.

Information intérieure des os courts. — Les os courts se composent presque exclusivement de tissu spongieux. Le tissu compact est plus épais à leur périphérie, mais ne les entoure que d'une très mince couche. Les aréoles sous-jacentes à cette couche sont en général nombreuses, mais cependant très variables. Elles offrent une disposition radiale très intéressante à signaler ; sur les os courts qui ont à supporter des efforts plus ou moins considérables, les lamelles sont concentriques au plan de pression et parallèles entre elles. J'en donne ci-dessous seulement deux exemples.

1. Parmi les os courts qui ont à supporter les plus fortes pressions, on peut citer l'astragale ; eh bien, en enlevant sa couche superficielle et en faisant passer dans son épaisseur des courants d'eau qui enlèvent la totalité de la moelle, on voit très bien ces lamelles, toutes parallèles et descendantes ; elles sont reliées par des ligaments perpendiculaires à leur direction, qui les soutiennent et ne leur permettent de s'infléchir dans aucun sens.

2. exemple : il existe au musée Orfila une vertèbre de cerf dont le corps a été lavé aussi par des courants d'eau. La dire

compact, il contribue à former le tissu osseux. Mais il varie beaucoup dans son mode de constitution selon les points qu'il occupe dans les os longs, et beaucoup aussi selon les os dans lesquels on le considère.

Dans le corps des os, le tissu spongieux, au niveau de la partie la plus large des canaux médullaires, n'est constitué que par des filaments assez longs, et très déliés pour la plupart, se continuant entre eux, et formant un très délicat réseau, semblable sur les os secs aux mailles d'une fine dentelle. Sous cette forme il prend le nom de *tissu réticulaire*. Cette troisième variété du tissu osseux est une simple modification du tissu spongieux.

Le tissu réticulaire est surtout remarquable dans le corps du tibia, du péroné et du fémur. Il contribue à soutenir la moelle, les vaisseaux et les nerfs, très abondants sur ce point.

En s'éloignant du tissu réticulaire, les filaments qui le composent deviennent plus courts et plus épais ; puis ils prennent la forme de lamelles, très fragiles, s'unissant entre elles et circonscrivant des aréoles. Celles-ci, en s'ajoutant de dehors en dedans et du centre de l'os vers ses extrémités, donnent naissance à une sorte d'étui conique, qui augmente graduellement d'épaisseur et qui rétrécit par conséquent de plus en plus le diamètre du canal, d'où la configuration fusiforme de celui-ci.

Au delà des limites du canal médullaire, tout l'espace sous-jacent à la mince couche du tissu compact est rempli par le tissu spongieux. Mais dans les lamelles qui le composent il s'opère une modification inverse à celle que subit la lame compacte. Elles se montrent plus épaisses, notablement plus résistantes ; leur cavité est plus étroite ; de telle sorte que les extrémités des os longs, privées de la résistance que leur refuse le tissu compact, empruntent leur solidité non plus à celui-ci, mais à elles-mêmes. Cet accroissement de résistance du tissu spongieux est surtout très prononcé sur les renflements articulaires.

Ainsi constitués, les os longs sont donc caractérisés par la prédominance du tissu compact au niveau des diaphyses, par le grand développement du tissu spongieux au niveau de leurs extrémités, et par la résistance de plus en plus grande qu'acquiert ce tissu spongieux en remontant vers les cartilages qui le recouvrent.

Toutes les aréoles du tissu spongieux s'ouvrent les unes dans les autres ; elles communiquent largement entre elles. Si, après avoir ouvert un os long à ses deux extrémités, on verse du mercure sur l'orifice supérieur, le métal s'écoule presque aussitôt par l'orifice inférieur. Comme le canal médullaire, les aréoles sont remplies par la moelle des os.

B. Conformation intérieure des os plats. — Les os plats ou os larges sont constitués par deux couches de tissu compact, qu'on désigne quelquefois sous le nom de *tables*, et par une couche de tissu spongieux

d'épaisseur variable, qui sépare ces deux tables. Le tissu spongieux prend ici le nom de *diploé*.

Les deux tables ne sont pas parallèles. Elles s'écartent sur les bords ou circonférence de ces os. De là deux conséquences principales dont l'une est relative au mode d'union des os plats : plus épais sur leurs bords ils s'articulent plus solidement ; et lorsqu'ils ne s'unissent pas par leurs bords, comme l'omoplate et l'os iliaque, ceux-ci donnent insertion à un plus grand nombre de muscles, avantage que le bord axillaire de l'omoplate et la crête de l'os iliaque utilisent très largement. Plus minces et comme excavés à leur partie centrale, ils offrent aux muscles qui s'y attachent une surface d'insertion plus étendue et en rapport avec la multiplicité de leurs fibres.

La répartition des deux tissus n'est pas semblable sur leur circonférence et à leur centre. Leur circonférence est constituée essentiellement par un tissu spongieux assez condensé. A leur centre ce tissu devient de plus en plus mince et finit par disparaître, les deux tables se soudant l'une à l'autre, de telle sorte que cette partie centrale est en général mince et transparente.

Le diploé des os plats est creusé de canaux veineux assez larges, à parois irrégulières et à trajet curviligne ou sinueux. Ces canaux sont rares et peu développés sur les os larges du tronc. Mais ils sont souvent très remarquables sur les os du crâne, particulièrement sur l'occipital, le pariétal et le frontal. Leur nombre et leurs dimensions sont le plus habituellement en raison directe de l'âge.

C. Conformation intérieure des os courts. — Les os courts se composent presque exclusivement de tissu spongieux. Le tissu compact recouvre leur périphérie, mais ne les entoure que d'une très mince couche. Les aréoles sous-jacentes à cette couche sont en général petites, mais cependant très variables. Elles offrent une disposition structurale très intéressante à signaler ; sur les os courts qui ont à supporter des efforts plus ou moins considérables, les lamelles sont perpendiculaires au plan de pression et parallèles entre elles. J'en citerai seulement deux exemples.

Ainsi, parmi les os courts qui ont à supporter les plus fortes pressions, on peut placer assurément l'astragale ; eh bien, en enlevant sa couche compacte supérieure et en faisant passer dans son épaisseur des courants d'eau qui enlèvent la totalité de la moelle, on voit très bien ces lamelles, toutes parallèles et descendantes ; elles sont reliées par des lamelles perpendiculaires à leur direction, qui les soutiennent et ne leur permettent de s'infléchir dans aucun sens.

Autre exemple : il existe au musée Orfila une vertèbre de baleine dont le corps a été lavé aussi par des courants d'eau. La direction lon-

gitudinale étant celle de la résistance, on remarque que toutes les lamelles se dirigent d'avant en arrière, et qu'elles sont consolidées aussi dans leur trajet par d'autres lamelles exactement perpendiculaires aux précédentes.

Parmi les os courts, il y en a qui sont creusés de canaux veineux, cheminant dans leur épaisseur en sens divers. C'est surtout dans les corps vertébraux qu'on rencontre ces canaux. Leur nombre ainsi que leurs dimensions varient beaucoup.

§ 2. — STRUCTURE DU TISSU OSSEUX.

Le tissu osseux nous offre à étudier : 1° une substance fondamentale, composée de lamelles concentriques très solidement unies entre elles; 2° des canalicules vasculaires appelés *canalicules de Havers*; 3° de très minimes cavités remarquables par leurs prolongements et leur forme étoilée : ce sont les *ostéoplastes*; 4° et enfin des cellules contenues dans ces cavités et affectant la même configuration.

A. — Substance amorphe. Lamelles du tissu osseux.

Cette substance amorphe, comme celle des cartilages, est essentiellement granuleuse. Que le tissu osseux se montre à l'état compact, à l'état spongieux ou à l'état réticulaire, ses caractères restent toujours identiques. Elle présente une couleur blanche, une dureté qui rappelle celle de l'ivoire, un poids supérieur à celui de tous les autres tissus et une certaine élasticité.

Divisé en tranches minces et soumis à l'examen microscopique, le tissu osseux offre une disposition stratifiée.

Il est formé par des lamelles parallèles et concentriques. Chacune de ces lamelles se compose de deux couches, l'une claire ou blanche, l'autre foncée ou grise. La couche blanche est plus mince. La couche grise offre une épaisseur à peu près double. Elle est formée comme la précédente de très fines granulations comparables à celles qui constituent la substance amorphe des cartilages. Mais ces granulations en se groupant figurent des stries, parallèlement disposées et séparées les unes des autres par des stries blanches plus déliées. Sur les coupes minces et transparentes les deux couches de chaque lamelle se distinguent facilement, et l'on voit bien clairement aussi les stries ou bâtonnets de la couche grise.

Sur la diaphyse des os longs, les lamelles osseuses forment une première série de couches : c'est le *système périphérique*; autour des

canaux médullaires une seconde série, plus mince que la précédente; c'est le *système péri-médullaire*; et autour des canalicules vasculaires une troisième série, ce sont les *systèmes de Havers*, beaucoup plus nombreux et plus importants que les précédents.

Toutes les lamelles des divers systèmes offrent la même épaisseur. Elles adhèrent étroitement, dans le tissu spongieux, comme dans le tissu compact. Sur les parois des aréoles elles sont à peu près parallèles.

En 1856, Sharpey a décrit dans les os de l'homme et des mammifères, sous le nom de *fibres perforantes*, des fibres rectilignes particulières qui pénètrent perpendiculairement dans les lamelles osseuses et qui les traversent. Soumises à l'action de l'acide chlorhydrique, ces fibres se laissent isoler en dilacérant les lamelles. On peut alors les suivre sur une notable partie de leur trajet. Elles sont demi-transparentes et disposées par faisceaux d'une certaine longueur. Elles se terminent en pointe à leur extrémité libre.

Ces fibres perforantes ont été vues par la plupart des anatomistes de notre époque. H. Muller en a donné une très bonne description. Kollischer les a observées chez les amphibiens et les poissons. Elles ont pour origine des faisceaux du tissu conjonctif qui partent du périoste et qui se pénètrent de sels calcaires. On peut les voir non seulement dans la diaphyse des os longs, mais dans le tissu compact des os plats.

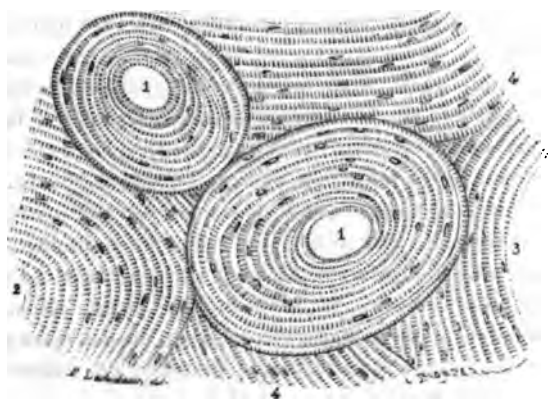


FIG. 50. — Lamelles de la substance osseuse, vues sur une coupe transversale de la diaphyse du fémur. (Grossissement de 200 diamètres.)

1, 1, coupe des canalicules vasculaires formant l'axe de deux systèmes de Havers, systèmes composés l'un et l'autre de lamelles concentriques. — 2, segment d'un système de Havers, dont on ne voit qu'une partie. — 3, autre segment semblable, dont on ne voit que les lamelles périphériques. — 4, 4, groupe de lamelles cheminant dans l'interstice des divers systèmes, et appartenant à des systèmes qui ont été divisés obliquement ou parallèlement à leur axe.

Pour observer les lamelles osseuses à travers lesquelles cheminent ces fibres, on aura recours à des coupes transversales d'un os long, préalablement ramolli par une immersion prolongée dans l'acide chlorhydrique.

B. — Canalicules vasculaires.

Les canalicules vasculaires, ou *canalicules de Havers*, existent en grand nombre. Chacun d'eux contient un capillaire sanguin qui le remplit complètement. Leur diamètre varie; il en est de petits, de moyens et de gros. Mais il importe de ne pas oublier que le diamètre des capillaires sanguins est aussi extrêmement variable. Quelques-uns, sans cesser d'appartenir à l'ordre des capillaires, sont quatre ou six fois plus gros que les capillaires de moyennes dimensions.

Ces considérations ont leur importance, car le nombre des couches concentriques est en rapport avec leur moyen diamètre; ces derniers sont entourés de douze, quinze, vingt et jusqu'à vingt-cinq lamelles osseuses. Les parois des plus petits sont formées de quatre ou cinq lamelles seulement et celles des plus gros de six à huit couches.

En général, le canalicule occupe le centre des systèmes de Havers. Mais il n'en est pas toujours ainsi; assez souvent certaines couches se terminent en pointe à leurs extrémités et ne représentent alors qu'un demi-cercle. Si plusieurs demi-cercles semblables existent du même côté, le système de Havers devient plus mince du côté opposé.

Les canalicules vasculaires étant très nombreux, les systèmes de Havers le sont aussi. Pour prendre une suffisante connaissance de ces divers systèmes et de leur importance relative, il faut d'abord étudier la direction et le nombre de ces canalicules. Or ils se comportent différemment dans les os longs, les os larges et les os courts.

Dans les os longs les canalicules vasculaires se voient surtout sur la diaphyse; c'est donc sur leur diaphyse qu'il importe de les suivre dans leur trajet. Les plus nombreux se dirigent parallèlement à l'axe de l'os et vont se terminer au-dessous des cartilages articulaires. Il en est beaucoup cependant dont le trajet est oblique; en outre ces canalicules longitudinaux sont reliés entre eux de distance en distance par des anastomoses qui suivent des directions différentes.

Dans la diaphyse des os longs, tous les systèmes de Havers ne sont donc pas longitudinaux. Sur une foule de points ces principaux systèmes sont coupés par des systèmes plus courts se dirigeant en sens divers. Les superficiels s'ouvrent à la surface de l'os, où ils communiquent avec les capillaires du périoste. Les profonds s'ouvrent à la surface des canaux médullaires où ils communiquent avec les vaisseaux de la moelle.

De toutes ces variétés résulte dans la situation relative des systèmes une assez grande complication. A ces causes vient s'en ajouter une autre fort importante. Au début de la formation des divers systèmes, le plus superficiel ou périphérique est coupé par les systèmes de Havers; et, à mesure que ceux-ci s'allongent, les premiers deviennent de plus en plus profonds; ils finissent par passer à l'état de simples tronçons d'importance variable, disséminés et comme perdus au milieu des systèmes de Havers. A ces débris de systèmes périphériques on a donné le nom de *systèmes partiels*. Sur la diaphyse des os longs, il existe donc quatre systèmes de lamelles que l'on voit très bien sur les coupes, et particulièrement sur les coupes transversales (fig. 50 et 52).

Dans les os larges les canalicules de Havers suivent pour la plupart une direction rayonnée. Ceux-ci sont reliés aussi par d'autres canalicules semblable à direction plus ou moins perpendiculaire aux précédents. Ainsi disposés ils forment dans l'épaisseur des deux tables un réseau à mailles larges et très irrégulièrement quadrilatères.

Dans les os courts les canalicules de Havers sont peu nombreux et ne

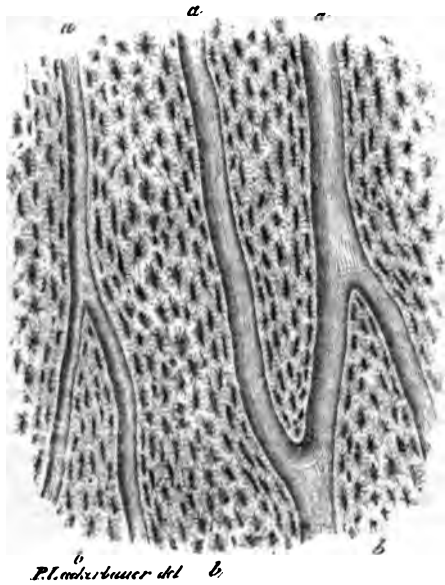


FIG. 51. — Canalicules vasculaires et ostéoplastes, vus sur une coupe longitudinale de la diaphyse de l'humérus. (Grossissement de 200 diamètres.)

a, a, a, canalicules vasculaires de diamètres différents; deux de ces canalicules communiquent par une large anastomose. — *b, b, b*, ostéoplastes occupant la substance fondamentale qui sépare ces canalicules. On voit que leur grand axe est parallèle à celui des conduits vasculaires.

suivent généralement aucune direction déterminée. Ils font défaut dans quelques-uns.

Les capillaires sanguins remplissent complètement les canalicules de Havers. Cependant, M. Budge, en 1887, affirme avoir vu dans ces canalicules, à côté du capillaire sanguin, un capillaire lymphatique. D'où viennent ces prétendus capillaires lymphatiques? M. Budge l'ignore; où vont-ils? M. Budge l'ignore aussi. Cet auteur a injecté les canalicules de Havers; son opinion est une erreur d'interprétation. B.-S. Albinus, avant lui, avait très bien vu que les capillaires sanguins remplissent totalement ces canalicules; mais sur le cadavre où ces vaisseaux sont vides, il devient facile d'injecter l'espace compris entre leurs parois et celles des canalicules. C'est ce qu'a fait M. Budge.

Il y a une dizaine d'années, quelques auteurs croyaient aussi avoir vu des cellules ou de simples granulations graisseuses dans les canalicules de Havers. Ces cellules n'y pénètrent pas à l'état normal. La graisse s'introduit dans les canalicules après la mort, par voie de capillarité.

Procédé d'études. — Pour observer les canalicules de Havers et les suivre dans leur trajet et leurs anastomoses, il faut pratiquer sur la diaphyse des os de minces coupes longitudinales, d'épaisseurs diffé-

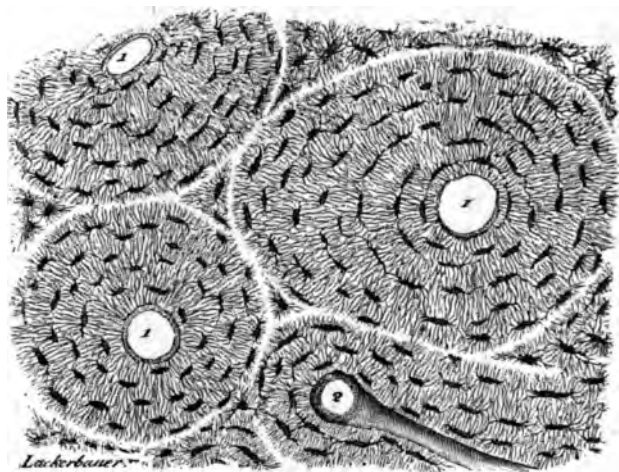


FIG. 52. — Canalicules vasculaires et ostéoplastes, vus sur une coupe transversale de la diaphyse de l'humérus. (Grossissement de 200 diamètres.)

1, 1, 1, coupe des canalicules vasculaires. — 2, coupe d'un canalicule longitudinal divisé au niveau de son anastomose avec un canalicule transversal. Le premier se montre, comme les précédents, sous la figure d'un simple orifice, et le second sous celle d'une gouttière. — Autour des conduits perpendiculairement divisés sont les ostéoplastes, disposés en séries circulaires et formant des anneaux concentriques. On peut voir aussi qu'ils s'anastomosent par leurs prolongements.

rentes. En examinant ces coupes à des grossissements de 100 à 200 diamètres, on suit ces canalicules, on voit leurs anastomoses transversales ou obliques et l'on peut apprécier leurs différences de calibre.

C. — Ostéoplastes.

Les ostéoplastes sont des cavités microscopiques, situées dans l'épaisseur des lamelles du tissu osseux et disposées, comme ces lamelles, sur plusieurs plans parallèles et concentriques.

Ces cavités sont remarquables au premier coup d'œil par leur multiplicité, par leur couleur noire et par les très nombreux prolongements qui partent de leur périphérie, mode de configuration qui a permis de les comparer à autant de myriapodes se promenant sur le champ de la préparation.

Leur situation dans l'épaisseur des lamelles est de toute évidence. Les unes occupent les lamelles claires; d'autres les lamelles grises; beaucoup sont situées dans leurs intervalles. Considérés dans leurs rapports avec ces lamelles, les ostéoplastes n'affectent donc avec celles-ci

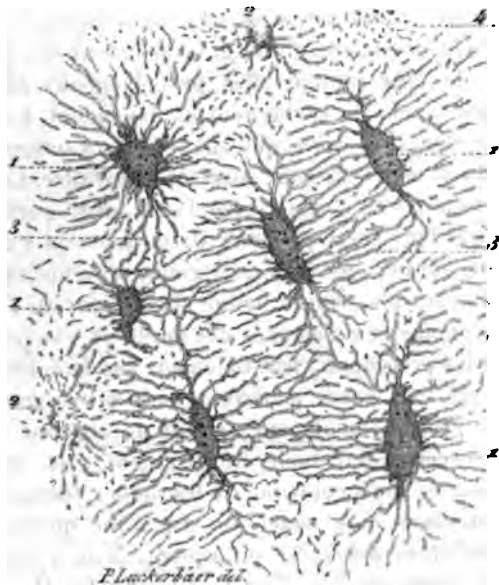


FIG. 53. — Ostéoplastes vus à un grossissement de 500 diamètres.

1, 1, 1, corps ou cavité des ostéoplastes. — 2, 2, ostéoplastes dont il reste seulement quelques vestiges. — 3, 3, canalicules osseux et anastomoses de ces canalicules. — 4, pertuis d'une extrême ténuité correspondant aux canalicules osseux divisés.

aucune connexion fixe et bien déterminée. Ils sont intra-lamineux, mais s'inclinent tantôt un peu plus en dehors, et tantôt un peu plus en dedans.

Leur nombre est considérable, puisque Hastaing affirme qu'il en existe 900 sur 1 millimètre carré, chiffre qui ne semble pas exagéré.

Leur couleur noire est un simple phénomène de réfraction. Ces cavités sur les minces coupes employées pour leur étude sont vides, ou seulement remplies d'air. Les rayons lumineux, qui les traversent, subissant une très forte réfraction à leur passage, sont assez déviés pour ne pas arriver jusqu'à l'œil de l'observateur. Purkinje, qui a signalé leur existence en 1832, attribuait leur coloration à la présence d'un précipité pulvérulent de nature calcaire. Mais Tood et Bowman, en 1845, firent remarquer qu'en plongeant de minces coupes de tissu compact dans l'essence de térébenthine on chassait l'air contenu dans la cavité des ostéoplastes, lesquels devenaient alors transparents.

La forme de ces cavités est assez difficile à déterminer. On peut dire, cependant, qu'elle rappelle celle d'un ovoïde un peu aplati, dont les faces sont parallèles aux lamelles et dont le grand axe est parallèle également à celles-ci. La longueur de ce grand axe est à peu près double de celle du petit.

Ce qui distingue particulièrement les ostéoplastes, c'est le grand nombre de prolongements très déliés et un peu flexueux qui partent de tous les points de leur contour. Ces prolongements ou *canalicules osseux* sont noirs comme la cavité dont ils dépendent. Leur coloration tient à la même cause, en sorte que sur les pièces immergées dans un liquide on les voit aussi presque aussitôt disparaître. Les plus longs naissent des extrémités de chaque ostéoplaste; en se portant à la rencontre de ceux qui leur correspondent, ils contribuent à relier tous les ostéoplastes situés sur le même plan, qui forment ainsi une sorte d'anneau, parallèle aux anneaux plus rapprochés ou plus éloignés de l'axe du même système. Les prolongements émanés des bords de chaque cavité cheminent, comme les précédents, parallèlement aux lamelles, en se dirigeant les uns vers leur partie supérieure, les autres vers leur partie inférieure. Les prolongements qui partent de chacune des faces de l'ostéoplaste se comportent bien différemment; ils traversent les lamelles, et semblent ainsi contribuer à les souder entre elles.

En les suivant dans leur trajet, on remarque qu'un assez grand nombre de canalicules osseux se bifurquent. Mais à cette première division, on voit rarement s'en ajouter une seconde. Il ne serait donc pas exact d'avancer avec quelques auteurs qu'ils se ramifient. La plupart même ne présentent aucune division. Très rapprochés, ils s'anastomosent assez fréquemment; de là, un réseau dans lequel circulent des sucs plasmatiques. Ce réseau est le siège des courants osmotiques

qui apportent aux ostéoplastes et à la cellule contenue dans leur cavité les éléments de leur nutrition. Il tient sous son influence tous les phénomènes d'assimilation et de désassimilation du tissu osseux.

D. — Cellules étoilées des os.

Ces cellules ont pour siège la cavité des ostéoplastes, qui n'en sont pour ainsi dire que le moule. La marche à suivre pour les mettre en lumière consiste donc à détruire ce moule, en d'autres termes, à le dissoudre. H. Muller, en attaquant le tissu osseux par l'acide chlorhydrique, avait espéré atteindre ce résultat; mais c'est à M. Virchow que ce mérite était réservé. En traitant de minces lamelles osseuses par cet acide, il a pu en extraire, par voie de fine dissection, les cellules étoilées avec leurs prolongements.

Ce résultat mécanique ne pouvait être obtenu qu'au prix de quelques

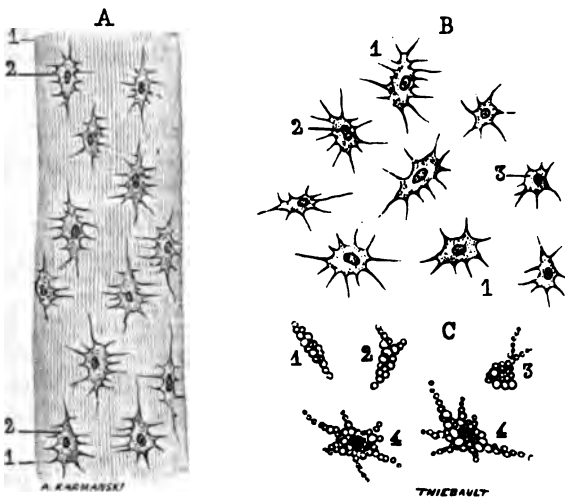


FIG. 54. — Cellules osseuses.

A. Un filament osseux de la substance réticulaire du tibia, dont les cellules sont mises en complète évidence par l'action de l'acide chlorhydrique au 15°. — 1, 1, filament osseux. — 2, cellules osseuses, vues en place avec leurs prolongements.

B. Cellules osseuses devenues libres et flottantes dans le liquide de la préparation. — 1, 1, 2, 3, cellules étoilées avec leur noyau et leurs prolongements.

C. Cellules osseuses provenant des couches résorbées du canal médullaire. — 1, cellule allongée et sans prolongements. — 2, cellule offrant deux vestiges de prolongements. — 3, cellule donnant naissance à un prolongement qui se divise. — 4, 4, cellules étoilées. Toutes ces cellules sont infiltrées de granulations graisseuses, qui finissent par les rendre méconnaissables.

mutilations. Pour les éviter, j'ai ainsi modifié le procédé de cet auteur. Après avoir incisé longitudinalement la diaphyse d'un tibia, j'ai excisé de cette diaphyse la partie qui contient le tissu réticulaire. Pendant plusieurs semaines cette partie centrale de la diaphyse de l'os a été immergée dans l'acide chlorhydrique au 20°. Ce laps de temps écoulé, j'ai pris sur le tissu réticulaire du tibia quelques filaments osseux, très déliés et transparents, que j'ai placés sur le porte-objet du microscope. Ces filaments, je les ai arrosés avec une solution d'acide chlorhydrique au 20°. Avec cette solution au 20°, je ne voyais que des ostéoplastes, se succédant en série linéaire, très apparents, revêtus de tous les attributs qui leur sont propres; mais je n'entrevois pas encore les cellules osseuses, dont l'enveloppe était seulement amincie.

Avec l'acide chlorhydrique au 15° ces cellules, dans l'espace de quelques minutes, se sont montrées une à une, d'abord encore un peu voilées, puis de plus en plus évidentes, et enfin dépouillées en totalité de leur étui calcaire. Ainsi mises à nu, elles avaient conservé toute la netteté de leur contour; elles avaient conservé aussi leurs prolongements absolument intacts. En un mot, je les voyais telles qu'elles sont, et sans avoir subi la moindre mutilation. Or de mes observations découlent plusieurs faits importants.

Premier fait. — Le nombre des prolongements émanés des cellules étoilées est moins considérable que celui des prolongements émanés des ostéoplastes.

Deuxième fait. — Les prolongements cellulaires sont moins longs que les canalicules osseux. La longueur des seconds est à peu près double de celle des premiers.

Troisième fait. — Les prolongements cellulaires étant moins nombreux et moins étendus que les canalicules osseux, une notable partie de ceux-ci est exclusivement occupée par les sucs plasmatiques, en sorte que l'opinion émise par les observateurs avant la découverte des cellules étoilées reste vraie.

Quatrième fait. — Comme conséquence aussi de mes observations, je puis ajouter encore cet autre fait qui ne comporte aucune contestation : les canalicules osseux s'anastomosent; les prolongements cellulaires ne s'anastomosent pas.

Ces faits posés et bien établis, une question reste à résoudre. Quelle est la nature des cellules contenues dans les ostéoplastes?

Remarquons d'abord qu'elles appartiennent au groupe des cellules qui ont pour principale attribution de produire une substance amorphe. Elles se rapprochent donc par leur destination des cellules conjonctives et des cellules cartilagineuses.

Une courte comparaison suffira pour nous montrer que ces trois

groupes de cellules forment une seule et même famille. Elles ont en effet pour attribut commun leur rôle essentiellement générateur : toutes représentent des centres de génération ; elles naissent pour produire la substance amorphe qui les entoure et pour présider aux phénomènes d'assimilation et de désassimilation qui caractérisent la nutrition de ces substances. A ce premier attribut important viennent s'en joindre plusieurs autres, parmi lesquels nous devons mentionner leur indépendance, la simplicité de leur forme, et enfin la protection qu'elles reçoivent des produits émanés de leur activité propre, protection qui arrive à sa plus haute expression pour les cellules osseuses et cartilagineuses, qui est plus faible pour les cellules conjonctivales, soumises à des pressions plus faibles aussi.

Si, après avoir énoncé les liens de parenté par lesquels se rapprochent les cellules des substances amorphes, nous voulions exprimer les traits qui les distinguent, nous serions conduits à reconnaître que les cellules conjonctivales sont planes et irrégulières ; que les cellules cartilagineuses sont, au contraire, plus ou moins arrondies ; et que les cellules osseuses moins planes que les premières, moins arrondies que les secondes, sont surtout remarquables par leur forme étoilée. Ces différences ne sauraient être méconnues sans doute ; mais elles n'ont en définitive cependant qu'une assez minime importance. De ces considérations nous pouvons donc conclure :

1° Que les cellules des substances amorphes se distinguent de toutes les autres par un ensemble de caractères bien définis et qu'elles forment un groupe à part ;

2° Que les trois familles de ce groupe ne doivent pas être cependant tout à fait confondues, et qu'il importe de conserver à chacune d'elles la dénomination qui lui est propre. En d'autres termes, à côté des cellules de groupe se trouvent ici des cellules de genre, représentées par les *cellules conjonctivales*, les *cellules cartilagineuses* et les *cellules osseuses*.

§ 3. — SUBSTANCE MÉDULLAIRE OU MOELLE DES OS.

Tous les canaux médullaires et toutes les aréoles du tissu spongieux, qu'elles fassent partie des os longs, des os plats ou des os courts, sont remplis par une substance molle, de nature spéciale, qui constitue la *moelle des os*.

La moelle ou substance médullaire, considérée en elle-même et surtout au point de vue de sa coloration, comprend trois principales variétés : la *moelle rouge*, la *moelle jaune* et la *moelle grise*.

Ces trois variétés se composent des mêmes éléments qui diffèrent seulement par leur proportion. Mais elles se modifient considéra-

ment sous l'influence de l'âge. Après avoir pris connaissance de chacune de ces variétés, nous aurons donc à les comparer entre elles chez l'enfant, chez l'adulte et chez le vieillard.

A. — Des trois principales variétés de moelle.

a. *Moelle rouge*. — Cette première variété est celle qu'on observe dans l'enfance. C'est à cet âge qu'elle revêt ses attributs les plus caractéristiques. Elle a pour siège les os courts, les os larges et les extrémités des os longs. Elle comprend dans sa structure de très petites cellules, ou *médullocelles*; de grandes cellules, provenant de la décomposition des *myéloplaxes*; des cellules adipeuses; des faisceaux de tissu conjonctif, des vaisseaux sanguins et des nerfs.

Les *médullocelles*, ainsi désignées par Ch. Robin, sont les éléments essentiels de la moelle, et surtout de la moelle rouge. On tenterait vainement d'en calculer le nombre. Nous verrons plus loin qu'elles représentent le dernier terme de la prolifération des cellules des cartilages d'ossification. Parvenues à cette limite extrême de leur multiplication, et devenues alors très minimes, elles se partagent en deux ordres. Les unes s'entourent d'une enveloppe calcaire, ce sont les cellules osseuses. Les autres tombent dans les aréoles du tissu spongieux et dans les canaux médullaires qu'elles remplissent.

Provenant des cellules de cartilage, dont elles sont la dernière transformation, elles en rappellent tous les caractères et n'en diffèrent en réalité que par leur extrême petitesse. C'est de part et d'autre la même forme arrondie et la même structure. Chacune d'elles présente un noyau très apparent et un protoplasme clair. Toutes dans cette période se montrent encore totalement dépourvues de granulations grasses. Quel que soit l'os dans lequel on les observe, elles se présentent avec les mêmes attributs, attestant leur commune origine (fig. 55).

Les *grandes cellules* de la moelle sont celles qui proviennent de la décomposition des *myéloplaxes*. Ch. Robin avait désigné sous ce nom de grandes plaques à contour irrégulier, contenant dans leur épaisseur un nombre très variable de noyaux, douze, quinze, vingt et davantage.

Avant d'avoir commencé mes recherches sur ces plaques à noyaux multiples, je ne croyais plus depuis longtemps déjà à l'existence des noyaux isolés. J'étais convaincu de cette vérité fondamentale que tout noyau est l'indice d'une cellule. J'espérais donc arriver à démontrer que les *myéloplaxes* sont de simples agglomérations de cellules, ayant chacune pour centre un des noyaux signalés par Ch. Robin. Mais cette démonstration s'est faite pour ainsi dire spontanément. Prenant sur les parois

d'un canal médullaire d'adulte, immergé depuis plusieurs semaines dans une solution d'acide chlorhydrique, quelques débris de ces plaques, je restais fort surpris de ne trouver sur le champ du microscope que de grandes cellules plates, circulaires, indépendantes, et flottant dans le liquide de la préparation.

Ces grandes cellules circulaires, qui n'avaient rien de commun avec les médullocelles, étaient celles que j'espérais obtenir en soumettant les myéloplaxes à l'action de réactifs convenables. La préparation que je voulais faire, était faite, et faite avec un plein succès. L'acide chlorhydrique au 10^e ou 12^e suffit donc, après une immersion suffisamment prolongée, pour mettre en lumière la structure de ces singulières plaques. J'ajoute que ces plaques ne sont pas isolées; elles semblent se continuer et former sur les parois des canaux médullaires une sorte d'endothélium répondant par une de ses faces à ces parois, et par l'autre à la moelle.

Les grandes cellules de la moelle, que je désignerai désormais sous ce nom, ont pour attributs distinctifs : 1^o leur diamètre quatre ou cinq fois plus long que celui des médullocelles; 2^o leur forme aplatie et circulaire; 3^o la remarquable petitesse de leur noyau, arrondi et central; 4^o le volume exubérant de leur masse protoplasmique; 5^o et enfin leur similitude. Elles ont toutes le même volume, la même confi-

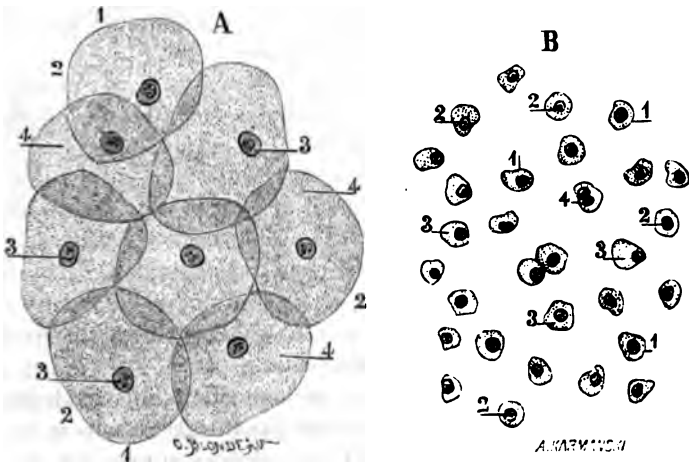


FIG. 55. — Cellules de la moelle.

A. Grandes cellules de la moelle. — Ces cellules proviennent des myéloplaxes qui, traitées par l'acide chlorhydrique, se laissent décomposer en autant de cellules qu'elles contiennent de noyaux. — 1, 1, groupe de grandes cellules. — 2, 2, 2, leur enveloppe. — 3, 3, 3, leur noyau. — 4, 4, 4, leur protoplasme.

B. Petites cellules ou médullocelles. — 1, 1, 1, leur enveloppe. — 2, 2, 2, leur noyau. — 3, 3, 3, leur protoplasme. — 4, médullocelle en voie de bipartition.

guration, la même structure, le même aspect; elles forment, en un mot, une petite famille à caractères très nettement définis.

Les cellules adipeuses ont plus particulièrement pour siège les canaux médullaires. On les voit cependant se mêler aussi dans tous les os aux grandes et petites cellules. Mais elles sont encore peu nombreuses et ne contiennent qu'un petit nombre de granulations graisseuses, occupant tantôt leur noyau, tantôt leur protoplasme, et souvent l'un et l'autre. Ajoutons que ces cellules adipeuses ne représentent pas des cellules de récente ou de nouvelle formation; ce sont des médullocelles que la graisse commence à envahir.

Les faisceaux de tissu conjonctif sont encore peu apparents dans la moelle rouge. Ils n'existent qu'à l'état embryonnaire.

Les vaisseaux sanguins sont de simples capillaires; mais ces capillaires sont remarquables pour l'énorme calibre qu'ils présentent. On les voit s'anastomoser incessamment et largement. Si la moelle est rouge chez l'enfant, cette rougeur n'est pas due seulement à l'abondance des capillaires sanguins; elle est due surtout au volume de ceux-ci, c'est-à-dire à la très grande quantité de sang qu'elle contient.

b. *Moelle jaune.* — Cette seconde variété a particulièrement pour siège le canal médullaire des os longs. Elle contient tous les éléments que nous avons rencontrés dans la moelle rouge. Ce qui la caractérise, c'est le nombre relativement beaucoup plus considérable des cellules adipeuses, qui se montrent plus développées aussi.

Mais l'importance qu'acquiert ces cellules est du reste très variable. Elles sont encore pour la plupart de simples médullocelles, devenues plus volumineuses, et dans lesquelles les granulations graisseuses tendent à s'accumuler de plus en plus. Beaucoup d'entre elles sont déjà envahies à peu près complètement, et ne sont plus que de simples vésicules adipeuses, dont le noyau et le protoplasme ont disparu.

Les grandes cellules subissent la même transformation. Elles s'infil-trent aussi de granulations graisseuses, de plus en plus abondantes, qui les dénaturent, et qui les privent de leur vitalité, en raison directe de la quantité de graisse qu'elles contiennent.

Aux grandes et aux petites cellules de la moelle jaune viendraient se joindre encore d'autres cellules décrites par Bizorrero, sous le nom de *cellules à noyaux bourgeonnants*. Très probablement ces cellules sont des débris de myéloplaxes dans lesquels on voit souvent les noyaux se superposer et pouvant donner l'illusion de noyaux bourgeonnants. A nos yeux ces cellules n'existent pas. L'opinion de l'auteur qui les a signalées me semble reposer sur des faits mal observés ou mal interprétés. J'ai vu des myriades de cellules à noyau; je n'ai jamais vu un noyau offrir le moindre vestige de bourgeonnement.

Dans la moelle jaune le tissu conjonctif est plus développé. On peut suivre les faisceaux qui le composent sur les vaisseaux et les nerfs des canaux médullaires. L'artère nourricière se ramifie au milieu de ces faisceaux en les croisant dans toutes les directions. Ses dernières ramifications se continuent avec les capillaires du tissu compact et du tissu spongieux.

Deux veinules assez grêles accompagnent cette artère dans l'intérieur des canaux nourriciers. En les suivant dans leur trajet on peut reconnaître qu'elles se continuent avec d'autres veines plus importantes qui se dirigent vers les deux extrémités de l'os et qui en sortent par les orifices situés sur la périphérie des épiphyses.

Un ou deux troncs nerveux suivent aussi le trajet des artères nourricières. Arrivés sur la moelle, ils se divisent en deux ou trois branches, qui se répandent par de très nombreuses ramifications sur les divers points de son épaisseur. La méthode des dissociations met très bien en évidence les vaisseaux et nerfs des canaux médullaires.

c. Moelle grise ou gélatineuse. — Chez l'adulte j'ai plusieurs fois observé cette troisième variété de moelle. Peut-être existe-t-elle aussi chez l'enfant. Ce qui la caractérise, c'est surtout l'absence de cellules adipeuses, ou du moins leur rareté relative. Les médullocelles si abondantes dans la moelle rouge, et même dans la moelle jaune, semblent ici moins nombreuses. Les faisceaux de tissu conjonctif sont au contraire plus développés. Les vaisseaux et les nerfs sont faciles à poursuivre au milieu de ces faisceaux.

Dans la moelle grise ou gélatiniforme, dont l'existence est exceptionnelle, les éléments essentiels de la substance médullaire sont en résumé moins développés, et les éléments accessoires, tissu conjonctif, vaisseaux et nerfs, semblent l'être au contraire davantage.

B. — De la moelle des os aux divers âges.

L'influence de l'âge sur la moelle des os est considérable, et d'autant plus grande que nous approchons davantage du terme extrême de la vie. Pour nous rendre compte des modifications successives et profondes qui se produisent dans ses principaux éléments, et surtout dans les médullocelles qui en sont les éléments essentiels, il importe de remonter encore à l'origine de celles-ci et de bien définir le rôle qui leur est dévolu.

J'ai dit précédemment que les médullocelles représentent le dernier terme de la multipartition des cellules des cartilages : telle est leur origine. Très petites, toutes semblables à leur point de départ, multipliées à l'infini, n'occupant alors qu'un très minime espace, elles sont

destinées, à mesure que les canaux et les aréoles du tissu osseux s'agrandiront, à remplir ces cavités de plus en plus grandes. Comment vont-elles se comporter pour atteindre ce but? Elles augmenteront de volume; et plus les espaces qu'elles occupent s'élargiront, plus aussi leurs dimensions s'accroîtront, de telle sorte que réduites à une extrême petitesse au moment de leur apparition, elles représenteront toutes, à la fin de la vie, d'énormes vésicules, pleines de graisse. Donner accès à cet élément étranger et graduellement envahissant, telle est leur destination. Elles sont nées en un mot pour remplir le rôle de réservoirs adipeux.

Ce fait général nous étant connu, suivons maintenant nos cellules dans les diverses phases par lesquelles elles passent chez l'enfant, chez l'adulte et chez le vieillard.

Dans l'enfance elles s'offrent à nos regards dans toute la pureté de leur constitution. Ce sont des cellules qui viennent de naître, qui possèdent un noyau bien apparent, un protoplasme bien manifeste aussi, une enveloppe de la plus excessive minceur. Dans la masse de ces médullocelles cheminent d'énormes capillaires, s'anastomosant incessamment et largement, tout remplis de globules sanguins. A cet âge rien ne trahit encore leur destination; ce sont déjà des réservoirs adipeux, mais des réservoirs d'attente.

Chez l'adulte, ces réservoirs doublent et triplent de volume. Depuis longtemps des granulations graisseuses, de volume très divers, ont pénétré dans leur cavité; les unes occupent leur noyau; d'autres envahissent leur protoplasme. Leur nombre, comme leurs dimensions, reste très variable. Mais dans la plupart déjà elles tendent à se fusionner, soit dans leur noyau, soit dans leur masse protoplasmique. A cette époque la moelle jaune ne remplit pas seulement les canaux médullaires; elle s'étend jusqu'aux extrémités des os longs; elle envahit la plupart des os larges, à l'exception du sternum, qui résiste longtemps à son invasion. On la retrouve dans les vertèbres et dans les os courts, où elle se mêle en proportions diverses à la moelle rouge. A cet âge les cellules de la moelle sont déjà pour la plupart privées de leurs éléments constitutifs. Elles sont mortes en très grand nombre, ou en voie de mortification.

Chez le vieillard, la mort s'étend à la presque totalité du système médullaire. Toutes les cellules sont remplies de graisse. C'est à cet âge avancé qu'on peut voir et qu'on voit dans tout son jour se réaliser le but pour lequel elles ont été créées. Nées pour jouer le rôle d'un simple réservoir adipeux, elles sont dilatées en effet par la graisse qui les remplit. De leur état primitif que reste-t-il? Une simple enveloppe, qui ne suffit pas toujours pour contenir la graisse accumulée dans sa

cavité, et qui se rompt parfois sous l'influence de la distension excessive à laquelle elle se trouve soumise. On trouve alors, çà et là, autour de ces vésicules distendues, des amas graisseux, ou de simples gouttelettes à l'état libre. Pendant que la vie se retire ainsi de la substance médullaire des os, les vaisseaux sanguins s'atrophient de leur côté ; le tissu conjonctif qui les accompagne disparaît aussi en partie ; à peine en retrouve-t-on quelques traces.

§ 4. — PÉRIOSTE.

Le périoste constitue l'enveloppe fibreuse des os. Il dépend donc à la fois du système fibreux et du système osseux. Déjà nous l'avons brièvement décrit sous le premier point de vue. Il nous reste à étudier sa structure.

Les éléments qui entrent dans sa composition sont nombreux. Les principaux sont représentés par des faisceaux de tissu conjonctif, des fibres élastiques, des vaisseaux sanguins et des nerfs. A ceux-ci se joignent des cellules adipeuses, une substance amorphe qui recouvre sa face profonde ou adhérente, et des cellules de nature spéciale.

Les faisceaux de tissu conjonctif varient en importance selon les dimensions de l'os dont ils dépendent. Sur la diaphyse des os longs, comme le fémur et le tibia, ils sont à la fois plus nombreux et plus volumineux. Selon la plupart des auteurs, ils seraient longitudinalement dirigés. D'après mes observations, ils ne suivent aucune direction bien déterminée ; ici comme dans les autres organes on les voit se croiser en sens divers, disposition qui devient bien manifeste lorsqu'ils ont été préparés par le procédé que j'ai fait connaître. Plusieurs observateurs avancent aussi qu'ils sont superficiels, et que les fibres élastiques occuperaient au contraire la couche profonde du périoste. Mais, en les mettant en complète évidence, il devient facile de constater que les uns et les autres occupent des plans très différents et qu'ils se mêlent partout, à peu près comme dans le tissu conjonctif sous-cutané. De même que les faisceaux conjonctifs, les fibres élastiques sont extrêmement multipliées et plus abondantes encore que ceux-ci.

Au milieu de la trame résultant de l'entre-croisement de ces deux éléments cheminent de nombreuses artères, qui se divisent, se ramifient et s'anastomosent. Ces artères sont accompagnées par des veines, non moins importantes, dont les divisions s'anastomosent aussi. De là un très riche réseau, duquel partent d'innombrables capillaires. Quelques-uns de ceux-ci se prolongent jusque dans la couche amorphe sous-périostique (fig. 57).

Parmi les dépendances du système fibreux, il en est peu qui soient

aussi riches en nerfs que le périoste. Par leur volume et leur nombre les divisions nerveuses qu'il reçoit rappellent les divisions artérielles et veineuses qui le parcourent. Elles les suivent du reste dans leur trajet : sur presque tous les points où se trouvent les unes, on rencontre aussi les autres. Comme les vaisseaux sanguins, les nerfs du périoste se divisent fréquemment dans leur trajet ; et comme ces vaisseaux aussi on les voit partout s'anastomoser. Leurs dernières ramifications se terminent au niveau des capillaires sanguins sans pénétrer cependant comme ceux-ci dans la couche amorphe.

Cette couche amorphe est mince. Elle contient dans son épaisseur quelques faisceaux de tissu fibreux, mais aucune fibre élastique. Très adhérente par une de ses faces aux couches plus épaisses qui la recouvrent, elle adhère très fortement aussi à la couche osseuse sous-jacente, dont on ne réussit jamais à la séparer complètement.

Dans cette couche on observe, indépendamment des quelques faisceaux conjonctifs qu'elle contient et des capillaires qui la traversent, des

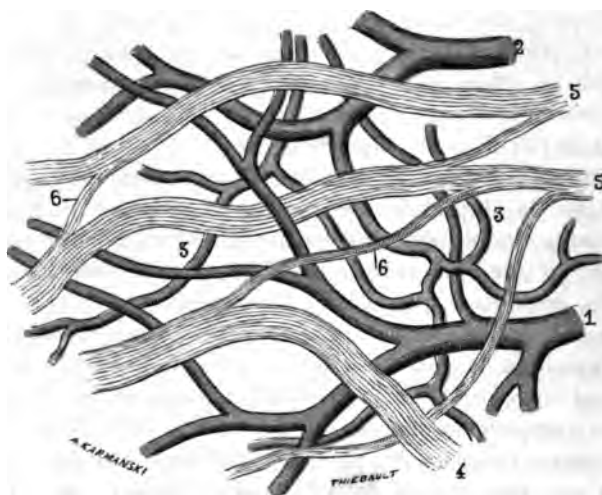


FIG. 56. — Vaisseaux et nerfs de la moelle du fémur, pris à leur sortie du canal nourricier.

1, une branche de l'artère nourricière. — 2, l'une des branches qui partent de la veine principale; celle-ci, située sur la circonférence de la préparation, n'a pu être représentée. — 3, 3, veinules. — 4, filet nerveux suivant le trajet de l'une des deux principales divisions de l'artère. — 5, 5, deux autres ramuscules qui en sont plus éloignés. — 6, 6, deux filaments anastomotiques.

cellules de formes diverses. Elles seraient arrondies d'après la majorité des auteurs. Sur mes préparations, elles étaient allongées et ovoïdes pour la plupart. Cette couche profonde et amorphe représente la couche

ostéogène de M. Ollier. Son rôle est d'une très haute importance. En réalité, elle appartient à la fois au périoste et à l'os sous-jacent. Sous l'influence de l'évolution dont celui-ci est le siège, elle ne tarde pas à se détacher de la couche fibreuse pour s'incorporer au tissu osseux, et chacun de ses éléments se comporte alors différemment. La couche amorphe, proprement dite, se transforme en lamelle osseuse en se pénétrant d'osséine et sels calcaires. Les capillaires vont se continuer avec ceux des systèmes de Havers qu'ils prolongent de plus en plus à mesure que la diaphyse s'allonge et s'épaissit. Les faisceaux conjonctifs, plus ou moins nombreux, en se calcifiant aussi, donnent naissance aux fibres perforantes.

Les cellules passent à l'état de cellules osseuses, et autour de chacune

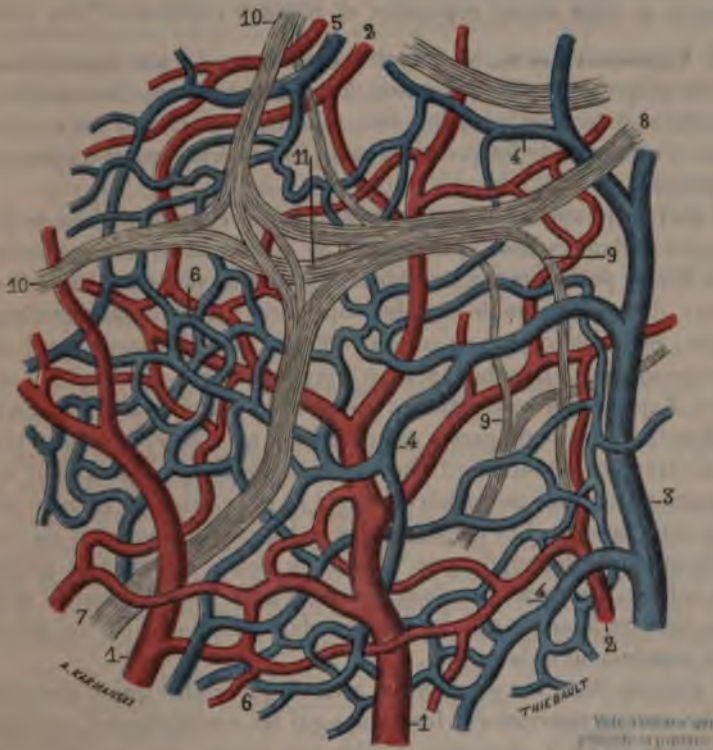


FIG. 57. — Vaisseaux et nerfs du périoste.

1, veine périostique. — 2, 2, ses deux branches. — 3, 3, veinules de divers calibres. — 4, 4, capillaires veineux. — 5, 5, deux branches artérielles. — 6, 6, artères de troisième ordre. — 7, rameau nerveux. — 8, 8, 8, ramuscules qui en partent et qui viennent le rejoindre. — 9, petit plexus occupant leur point de rencontre. — 10, fillet nerveux anastomotique.

d'elles se forme un ostéoplaste. De nouvelles couches détachées du périoste s'ajoutant sans cesse aux lamelles superficielles, celles-ci se trouvent recouvertes à leur tour; elles deviennent ainsi de plus en plus profondes. Plus tard, elles formeront les parois des canaux médullaires et seront résorbées à leur tour. Le même processus continuant, les diaphyses se renouvelleront et pourront se renouveler plusieurs fois pendant le cours du développement de l'os.

§ 5. — VAISSEAUX ET NERFS DES OS.

Ces vaisseaux et nerfs nous sont déjà en partie connus. Cependant, comme la description qu'en donnent les auteurs contient quelques erreurs, je crois devoir reprendre et résumer rapidement leur étude.

A. Vaisseaux des os. — Parmi ces vaisseaux, les uns appartiennent aux os proprement dits, les autres à ses dépendances, c'est-à-dire au périoste et à la moelle. Je me suis suffisamment étendu sur ces derniers. C'est donc sur les premiers que je tiens à m'arrêter un peu plus longuement.

A quel ordre appartiennent les vaisseaux qui cheminent dans le tissu compact et dans le tissu spongieux? Les histologistes ne semblent pas avoir sur ce point une opinion bien arrêtée. Ces vaisseaux sont-ils des artères, des veines, ou de simples capillaires? M'appuyant sur d'assez longues recherches, je crois pouvoir affirmer que le tissu compact et le tissu spongieux, à tous les âges, ne contiennent que de simples capillaires. J'ajoute que ces capillaires remplissent complètement les canaux de Havers. Entre leurs parois et ces canaux on n'observe aucune trace de moelle; les auteurs sont encore assez nombreux qui croient à la présence de cellules médullaires autour de ces vaisseaux. Rien ne confirme cette opinion. Les épiphyses des os longs sont jaunes, il est vrai, sur le squelette des sujets gras, et sont en réalité remplies de graisse. Mais celle-ci n'existait pas dans les canaux de Havers avant la mort; elle a pénétré dans ces canaux par voie de capillarité; c'est un phénomène simplement cadavérique.

Il n'existe dans les os d'autres artères que celles qui y pénètrent par les canaux nourriciers; les veines qui les accompagnent sont aussi les seules qu'on y rencontre. Celles qui sortent des os longs, des os plats ou des os courts sont de gros capillaires sur lesquels j'ai toujours vainement cherché quelques vestiges de fibres musculaires.

B. Nerfs des os. — Les histologistes sont très affirmatifs sur l'existence de ces nerfs. Ils pénétreraient en grand nombre dans tous les os selon ces auteurs. Ils n'hésitent pas à admettre qu'on en rencontre dans

le tissu compact, qu'ils pénètrent avec les vaisseaux dans les épiphyses des os longs, et aussi dans les os larges et les os courts. Cette opinion se trouve formulée surtout dans l'ouvrage de Kollicher. Les procédés que j'emploie mettant les nerfs en évidence beaucoup mieux que la méthode des coupes et la plupart des procédés généralement usités, je les ai étudiés avec le sincère désir d'arriver à un résultat positif sur leur existence et leur disposition. Or je n'ai vu de véritables nerfs que sur le trajet des artères nourricières, et sur la moelle des os longs dans laquelle ils vont se ramifier avec les vaisseaux correspondants, se divisant comme ceux-ci en branches ascendante et descendante.

Mais aucun tube nerveux ne pénètre dans les canaux de Havers. Sur le trajet des capillaires qui les remplissent, ils font bien manifestement défaut. C'est en vain aussi que j'ai cherché des filets nerveux dans la diaphyse des os longs et dans l'épaisseur des os larges. Il en existe quelques-uns dans le corps des vertèbres où leur présence est même difficile à constater. Kollicher et d'autres histologistes affirment en avoir suivi dans les os du tarse. Mes recherches sur ce point sont absolument négatives. Je me trouve ainsi conduit à conclure :

1° Que le tissu osseux proprement dit est dépourvu de nerfs, à l'exception des vertèbres dans lesquelles ils semblent suivre le trajet des canaux veineux ;

2° Que la moelle et le périoste seuls en possèdent et en sont même très richement dotés.

§ 6. — COMPOSITION CHIMIQUE DES OS.

Les os comprennent dans leur composition une substance organique et une substance minérale.

Lorsqu'on les soumet à l'action d'un acide, la matière minérale est dissoute. La substance organique restée seule conserve la forme de l'os, qui semble alors être revenu à l'état de simple cartilage d'ossification. Sous l'influence d'une ébullition prolongée, elle se transforme en une sorte de pulpe, qui a été longtemps désignée sous les noms de *gélatine des os*, de *matière collagène*, mais qui diffère beaucoup de la gélatine, dont il importe par conséquent de la distinguer, pour lui restituer ses véritables caractères. Ch. Robin et Verdeil ont proposé de l'appeler *osséine*, dénomination aujourd'hui généralement acceptée.

L'osséine et la gélatine présentent la même composition élémentaire. Mais elles diffèrent cependant par leurs propriétés, et particulièrement par leurs propriétés nutritives. Lorsqu'on donne à un chien pour unique nourriture des os privés par voie d'ébullition de leur substance organique, l'animal succombe rapidement, tandis qu'il con-

tinue de vivre en bon état de santé si on lui donne des os qui n'ont pas été bouillis et qui ont conservé par conséquent leur osséine.

Muller a constaté, en 1836, que lorsqu'on traite, par l'ébullition dans l'eau, des cartilages, on en retire une matière qui se prend en gelée par le refroidissement, et qui est aujourd'hui connue sous le nom de *chondrine*. Son origine pourrait faire supposer qu'elle offre une grande analogie avec l'osséine. Mais l'observation démontre au contraire qu'elle en diffère beaucoup.

La gelée représentée par l'osséine est plus consistante que la gelée représentée par la chondrine. Pour obtenir la première, il suffit d'ajouter 100 parties d'eau à 1 partie d'osséine; pour obtenir la seconde, il faut ajouter à ces 100 parties d'eau au moins 5 parties de chondrine. A l'état liquide, la chondrine est précipitée par le sulfate d'alumine, l'acide acétique, l'acétate de plomb et le sulfate de fer. L'osséine n'est précipitée par aucun de ces réactifs.

La substance minérale contient deux sels calcaires, le carbonate de chaux et le phosphate de chaux. En 1803, Fourcroy et Vauquelin y découvrirent un troisième sel, le phosphate de magnésie, qui ne s'y trouve du reste qu'en très petite quantité. Plus tard, de nouvelles analyses vinrent démontrer que les os contiennent aussi du fluorure de calcium. Récemment M. Adolphe Carnot a constaté qu'ils contiennent des fluophosphates, et que ces sels existent en plus grande quantité dans les ossements fossiles que dans les ossements modernes.

Les proportions relatives de l'élément organique et de l'élément minéral n'ont pas encore été déterminées avec une suffisante précision. De l'ensemble des recherches il semble résulter cependant que la substance organique représente le tiers du tissu osseux, et que la substance inorganique en constitue les deux tiers environ.

Toutes les analyses faites jusqu'ici sont passibles du même reproche. Les chimistes n'ont pas tenu compte des parties molles mêlées au tissu osseux. De là, les très grandes différences qu'on remarque dans les chiffres formulés par chacun d'eux.

On admet encore généralement que le principe organique prédomine dans le tissu osseux au début de la vie, et que le principe minéral devient au contraire prédominant à son déclin. Telle était l'opinion de Bichat : *En accumulant ainsi dans nos organes une substance étrangère à la vie, la nature, dit-il, semble les préparer insensiblement à la mort*. Les études auxquelles nous nous sommes livrés, Nélaton et moi, nous ont conduits à une conclusion opposée que nous formulons ainsi : *Le tissu osseux n'est pas un simple mélange d'osséine et de sels calcaires; il y a combinaison entre ces deux éléments; et cette*

combinaison s'opère constamment dans les mêmes proportions ; en un mot, le tissu osseux est un composé défini. Les recherches sur lesquelles repose cette conclusion ont été exposées longuement dans mon *Traité d'anatomie descriptive*.

§ 7. — DÉVELOPPEMENT DES OS.

L'ostéogénie ou développement des os nous offre à étudier toute une longue série de modifications qui diffèrent selon que l'os est précédé d'un cartilage, ou qu'il a pour point de départ une simple trame de tissu conjonctif.

A. — Évolution des os précédés d'un cartilage.

Lorsqu'un cartilage d'ossification passe à l'état osseux, il devient le siège de deux ordres de phénomènes ; les uns se produisent dans l'épaisseur du cartilage qui subit alors une transformation complète, et les autres à sa surface sur laquelle se déposent incessamment des couches nouvelles provenant du périoste et augmentant son épaisseur.

a. *Phénomènes qui se produisent dans le cartilage d'ossification et qui le transforment en tissu osseux.* — L'étude de ces phénomènes a été le sujet d'un très grand nombre de travaux et reste encore cependant un des points les plus obscurs de l'anatomie générale. J'ai repris ces mêmes recherches à mon tour pour m'éclairer et pour dégager de celles de mes prédécesseurs les données générales qui en découlent. Je résumerai ici brièvement le résultat de mes observations.

Prenons pour sujet d'étude un os long, le fémur par exemple. Nous savons déjà que le cartilage d'ossification possède des capillaires sanguins qui se continuent sur sa périphérie avec ceux du périchondre. Ces vaisseaux augmentent graduellement de nombre et d'importance. Lorsque débute la transformation de ce cartilage, elle s'annonce par un point obscur de la plus extrême petitesse, occupant le centre de la diaphyse : c'est l'ébauche du premier point d'ossification qui ne tardera pas à se caractériser davantage, soit par les modifications qu'il subit, soit par celles qui se produisent autour de lui.

Les modifications qu'il subit sont les suivantes : la première consiste dans sa moindre transparence ; la seconde dans le ramollissement et l'absorption de la substance amorphe inter-cellulaire ; la troisième dans la résorption de la substance amorphe incorporée à l'enveloppe des cellules. De cette dernière modification, il suit que les capsules de cartilage reviennent à leur état primitif. Elle a complètement échappé

à tous les observateurs, qui s'accordent pour considérer ces capsules de cartilage comme persistantes. Si elles persistaient, en effet, l'énergique prolifération qui va les transformer ne pourrait se produire et l'ossification serait frappée dès son début d'une sorte d'impuissance. Retour des capsules de cartilage à l'état de simple enveloppe ordinaire, telle est la condition première de l'ossification des cartilages.

Sur le point même où va paraître le premier vestige de la transformation du tissu cartilagineux en tissu osseux, on remarque donc comme annonçant cette transformation, d'abord ces deux phénomènes : ramollissement et absorption de la substance amorphe ; ramollissement des capsules de cartilage et retour de ces enveloppes à leur état primordial. Ainsi modifiées, les cellules cartilagineuses peuvent se multiplier, leurs bipartitions successives portant à la fois sur leurs trois éléments : noyau, protoplasme et enveloppe.

Pendant que ces modifications en quelque sorte préparatoires s'accomplissent sur l'emplacement qu'occupera bientôt le futur et véritable point d'ossification, d'autres s'opèrent sur sa périphérie. Dans les os longs, les cellules centrales et celles qui se portent vers les deux extrémités du cartilage se disposent en séries longitudinales. Les premières sont les plus grosses ; les autres diminuent graduellement de volume, en sorte que chaque série considérée dans son ensemble représente une sorte de cône ou de pyramide. Toutes entrent en prolifération, les plus grosses passent rapidement à l'état de cellules mères ; les cellules filles se dédoublant aussi, elles arrivent très rapidement à renfermer chacune plusieurs générations, leur descendance se réduisant à mesure qu'elles s'éloignent du point central.

Pendant que ces cellules échelonnées sous forme conique ou pyramidale se multiplient par voie de bipartition répétée, de fines granulations calcaires se déposent dans les espaces qui les séparent, affectant aussi la forme de pyramides dont la base répond aux grosses cellules. Ces pyramides ne tardent pas à s'élargir, en même temps qu'elles s'allongent. De leurs parties latérales naissent des prolongements qui pénètrent entre les cellules superposées et qui tendent à les entourer. Bientôt ces prolongements transversaux se rencontrent. Chaque cellule mère se trouve ainsi contenue dans un anneau qui augmente peu à peu d'épaisseur. Le premier point d'ossification est alors constitué. Sa partie centrale est représentée par des dépôts calcaires circonscrivant des cavités, et par des amas de cellules, de très petites dimensions, pourvues chacune de leurs trois éléments.

A dater de ce moment, l'ossification commence et se poursuit par l'allongement graduel du point central qui en marquait le début. Dans cette seconde période, de nouveaux phénomènes se produisent, soit du

côté des pyramides calcaires, soit du côté des cellules. Au centre de chaque pyramide calcaire se trouve un capillaire sanguin, autour duquel existent des cellules devenues libres; ces capillaires représentent le premier vestige des systèmes de Havers. Les granulations calcaires, jusque-là simplement ossiformes, prennent le caractère osseux; une première lamelle se forme autour du capillaire; d'autres lui succèdent qui englobent dans leur épaisseur les cellules ambiantes.

En même temps se produisent des phénomènes non moins importants du côté des cellules. Elles se partagent en deux ordres : celles qui répondent aux bords des pyramides sont incorporées dans leur épaisseur et forment les cellules osseuses. Celles qui se trouvent emprisonnées dans les cavités osseuses passent à l'état de médullocelles. Ces cavités qu'elles remplissent communiquent entre elles. Les plus centrales en s'agrandissant et s'ouvrant largement les unes dans les autres donnent naissance au canal médullaire.

b. *Phénomènes qui se produisent pendant l'allongement de la diaphyse et des épiphyses.* — L'ossification poursuivant sa marche, le tissu cartilagineux se métamorphose de proche en proche en tissu osseux; et cette métamorphose se traduit ou se résume par deux principaux phénomènes : d'une part la substance amorphe cartilagineuse disparaît en cédant sa place à la substance lamelliforme qui constitue le tissu osseux; de l'autre, les cellules du cartilage, ramenées de l'état de capsules à l'état de cellules ordinaires, deviennent le siège d'une longue série de bipartitions, se multiplient à l'infini et se transforment en définitive en cellules osseuses et cellules médullaires. Ces deux ordres de cellules sont donc les descendantes des cellules de cartilage, qui se modifient profondément pour les produire.

Après un laps de temps qui varie pour chaque os, les diaphyses cartilagineuses sont complètement ossifiées. Elles ne cessent pas cependant de s'allonger. Pendant qu'elles poursuivent leur transformation, des phénomènes semblables s'accomplissent dans les deux épiphyses. Celles-ci, par le même processus, se transforment aussi, marchent à la rencontre de la diaphyse, et bientôt elles ne sont plus séparées de celle-ci que par une lame de cartilage d'épaisseur variable.

Le rôle que remplit cette lame de cartilage offre une extrême importance. Chacune de ses faces est le siège d'une prolifération active comparable à celle qui se passe dans la diaphyse. De ces deux faces, celle qui regarde la diaphyse donne naissance à des couches osseuses qui viennent s'ajouter à l'extrémité correspondante de celle-ci, laquelle s'allonge ainsi de plus en plus à mesure que ces couches se multiplient. Le même phénomène se passe sur la face opposée. Chaque épiphyse s'allonge donc progressivement en même temps que la diaphyse,

et ce double allongement se poursuit jusqu'au moment où la lame cartilagineuse qui en était le point de départ disparaît, cette lame s'ossifiant à son tour. L'os alors est parvenu à sa longueur définitive; mais il continue de croître en épaisseur.

B. — Phénomènes qui président à l'accroissement des os longs en épaisseur.

Lorsque le corps des os longs a acquis sa longueur définitive, son diamètre a déjà augmenté; mais il n'a pas encore atteint l'étendue qu'il doit avoir. Le canal médullaire est bien loin aussi de présenter la capacité qu'il offrira dans un âge plus avancé. L'un et l'autre poursuivant leur développement vont subir des modifications opposées, la diaphyse s'accroissant par apposition de couches nouvelles, le canal augmentant de capacité par résorption des couches anciennes.

1° Phénomènes qui se passent à la surface de l'os. — Les nouvelles couches qui s'ajoutent aux couches primitives de la diaphyse émanent du périoste. Cette enveloppe peut être considérée comme formée de deux lames, l'une principale qui en constitue la presque totalité, l'autre profonde et très mince qui est en voie continue de reproduction et qui s'en détache pour se transformer en lamelle osseuse. Cette couche profonde nous est déjà connue. Nous avons vu qu'elle a pour éléments essentiels une substance amorphe, molle et transparente, dans laquelle cheminent des capillaires sanguins, et quelques faisceaux de tissu conjonctif. Dans cette même couche se trouvent aussi des cellules qui se multiplient par voie de bipartition, et dont la source par conséquent se renouvelle à mesure qu'elles passent de la couche ostéogène dans le corps de l'os.

Chacun des éléments de cette couche ostéogène a sa place marquée dans la nouvelle couche qui recouvre le corps de l'os. La substance amorphe se transforme en lamelle osseuse. Les capillaires se continuent avec ceux des canalicules de Havers. Les cellules en s'incorporant au tissu osseux prennent la forme étoilée qu'elles n'avaient pas encore, et s'entourent chacune d'une enveloppe calcaire. Les faisceaux conjonctifs en se prolongeant aussi dans la nouvelle couche la traversent et contribuent à la souder aux couches sous-jacentes.

Pendant toute la durée de l'accroissement de l'os en épaisseur la couche ostéogène se renouvelle incessamment. Mais lorsque cette période d'accroissement est terminée, elle cesse de se reproduire, sans que le périoste cependant soit complètement privé de son rôle d'organe générateur; car à la suite des fractures de l'os et des mortifications plus ou moins étendues qui frappent ses couches superficielles, il retrouve

son activité première et préside encore à la reproduction des couches nécrosées et à la soudure des fragments maintenus en contact.

2° *Phénomènes qui se produisent dans le canal médullaire.* — Pendant que l'os s'accroît en épaisseur, le canal médullaire s'agrandit d'une part, dans le sens longitudinal, et de l'autre aussi, dans le sens transversal. Son allongement coïncide avec celui de la diaphyse et s'opère sous l'influence du même processus. L'accroissement de sa capacité se produit par un mécanisme opposé. Les couches profondes de la diaphyse qui formaient ses parois primitives, sont résorbées. Elles disparaissent une à une, de dedans en dehors, de telle sorte qu'un phénomène inverse se passe sur les deux faces du tissu compact. Sa face externe se recouvre de couches nouvelles dont le nombre s'accroît de plus en plus; sa face interne simultanément se dépouille de ses couches les plus anciennes qui finissent par disparaître. Il arrive ainsi un moment où les couches qui s'étaient formées aux dépens du cartilage d'ossification, sont résorbées en totalité et où la diaphyse n'est plus constituée que par celles émanées du périoste. La capacité des canaux médullaires est alors déjà beaucoup plus grande. Mais elle n'a pas encore atteint son entier développement. La résorption qui avait fait disparaître les couches primordiales de l'os, attaque à leur tour les couches périostiques, qui sont emportées aussi de dedans en dehors.

Pendant que tout se renouvelle à la surface de l'os où la vie reste active, tout se désorganise dans sa profondeur où la vie s'éteint de plus en plus. Toutes les cellules de la moelle, au début si minimes, sont remplies de graisse et se dilatent considérablement pour remplir les vides qui se produisent. Toutes meurent; la plupart même sont déjà mortes, et prennent la place du tissu osseux résorbé.

Les canaux médullaires qui devraient augmenter d'épaisseur par suite de la formation des couches provenant du périoste, conservent longtemps une épaisseur égale, l'accroissement qui se produit d'un côté et la destruction qui s'opère de l'autre se faisant en quelque sorte équilibre. Mais lorsque le périoste cesse de produire de nouvelles couches, les parois des diaphyses s'amincissent. Les canaux médullaires, alors énormes, remontent jusque dans l'épaisseur des épiphyses. Les aréoles du tissu spongieux s'agrandissent dans la même proportion; et les os, contreminés de toutes parts par le courant de décomposition qui emporte leurs molécules, perdent progressivement leur résistance, d'où la fréquence plus grande des fractures chez le vieillard, et la plus grande lenteur aussi du travail qui préside à leur consolidation.

Parvenues à leur complète ossification, les extrémités des os longs ne s'arrêtent pas brusquement au niveau des cartilages qui les recouvrent. Entre ceux-ci et le tissu spongieux on remarque constamment une

couche demi-transparente qui offre l'apparence du tissu osseux, et qui n'en possède pas les caractères essentiels. Cette couche de transition contient dans son épaisseur des cellules verticalement dirigées, lui appartenant en partie et en partie aussi au cartilage qui la recouvre. Dans son épaisseur, on n'observe aucun ostéoplaste. Lorsqu'on la coupe en tranche mince, elle n'offre aucune trace de lamelles. Elle se compose simplement d'une substance amorphe qui participe de celle du

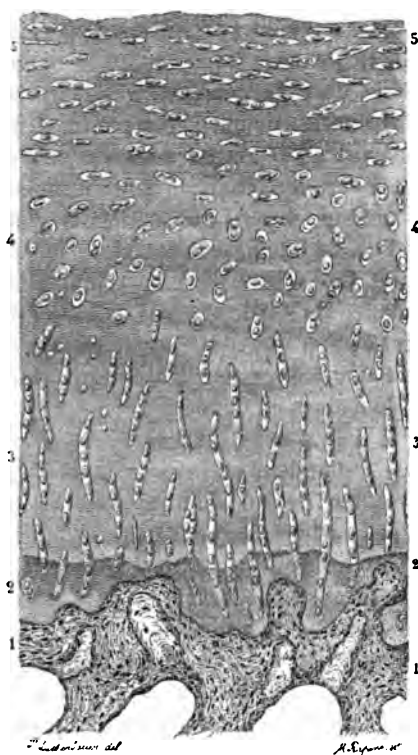


FIG. 58. — Cartilage diarthrodial.

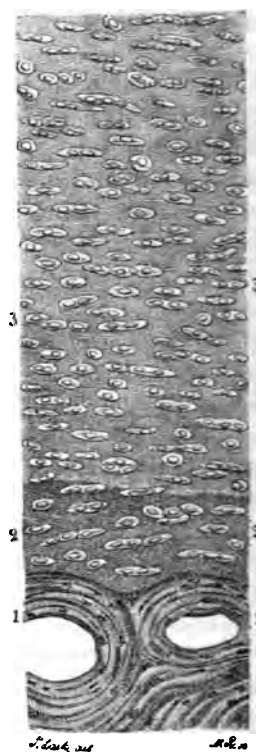


FIG. 59. — Cartilage amphiarthrodial.

FIG. 58. Coupe perpendiculaire d'un cartilage diarthrodial et de la couche osseuse sous-jacente. — 1, 1, tissu osseux, reconnaissable à ses ostéoplastes. — 2, 2, couche ossiforme, dépourvue d'ostéoplastes et constituée par une substance amorphe, dans laquelle se prolongent les capsules les plus inférieures du cartilage. — 3, 3, cellules cartilagineuses verticalement dirigées comme les précédentes. — 4, 4, cellules de forme arrondie. — 5, 5, cellules superficielles, allongées dans le sens transversal.

FIG. 59. — Coupe d'un cartilage amphiarthrodial et de la couche osseuse sous-jacente. — 1, 1, tissu osseux. — 2, 2, couche ossiforme, sans ostéoplastes. — 3, 3, cellules cartilagineuses, toutes aplaties de haut en bas et transversalement dirigées, dont la disposition par conséquent diffère beaucoup de celles des cellules des cartilages diarthrodiaux.

tissu cartilagineux et de celle du tissu osseux, mais qui se rapproche plus de la première dont elle offre l'aspect, et beaucoup moins de la seconde dont elle ne possède que la dureté.

Cette même couche ossiforme se retrouve au-dessous des cartilages amphiarthrodiaux ; mais ici les cellules cartilagineuses ne sont pas verticales ; elles présentent toutes une direction horizontale, comme celles qui occupent l'épaisseur de la lame cartilagineuse.

C. — Évolution des os non précédés d'un cartilage.

Ces os sont peu nombreux. A ce petit groupe appartiennent le frontal, les deux pariétaux, l'écaïlle des temporaux, et celle de l'occipital ; il comprend, en un mot, toute cette partie du crâne qui en forme la voûte. Celle qui en forme la base est d'abord cartilagineuse.

Aux os de la voûte crânienne on ajoutait autrefois les côtes, les clavicules et tous les petits os de la face. M. Mathias Duval m'a montré de très belles coupes des côtes et des clavicules attestant clairement que ces os passent aussi par la période cartilagineuse. Quant aux os de la face, M. Hervé dans une intéressante série de recherches, faites aussi avec la méthode des coupes, a constaté également qu'ils sont précédés par un cartilage. Seuls les os de la voûte passent donc directement de la période celluleuse à la période osseuse.

Ces os de la voûte crânienne se présentent d'abord à l'état membraneux. Dans cette membrane on peut distinguer trois couches : une couche moyenne, une couche externe ou périostique, et une couche interne constituée par la dure-mère. Ces trois couches adhèrent étroitement et semblent se confondre. Il importe, cependant, de faire la part de chacune d'elles et d'en déterminer les éléments.

Nul ne conteste que la couche profonde ou la dure-mère est une lame de nature conjonctivale. Il en est de même de la couche superficielle ou périostique, qui ne diffère de la précédente que par ses fibres élastiques et sa plus grande minceur.

Quant à la couche moyenne, aucun auteur n'a cherché à la définir. Elle a été confondue avec celles qui la recouvrent et considérée aussi comme composée de faisceaux conjonctifs.

Or aucun fait d'observation ne vient attester que telle est en effet sa structure. L'étude du crâne membraneux poursuivie pendant la durée de la vie embryonnaire tend à démontrer au contraire que sa couche moyenne est uniquement formée de cellules.

Ces cellules de la couche moyenne ne semblent pas différer des cellules cartilagineuses. Dans leurs intervalles, il est vrai, on n'observe

pas de substance amorphe ; leur enveloppe ne rappelle pas les capsules de cartilage. Des deux éléments qui forment les cartilages la couche moyenne du crâne membraneux n'en possède qu'un seul, les cellules ; mais c'est l'élément le plus important ; le second, ou la substance amorphe qui ailleurs les unit, fait ici défaut.

Ce premier point établi, voyons comment s'ossifie la voûte du crâne. Le processus de cette ossification est beaucoup moins compliqué qu'on ne l'a pensé jusqu'ici. Dans les os précédés d'un cartilage, la substance amorphe, sous l'influence de l'ossification commençante, est d'abord ramollie, puis résorbée ; les cellules sont ramenées de l'état de capsules à leur état primordial ; et alors commence pour elles une longue série de dédoublements qui a pour résultat définitif de les transformer en cellules osseuses et cellules de la moelle.

Dans la couche moyenne du crâne membraneux, cette substance amorphe n'existant pas, le début de l'ossification est plus simple. La substance amorphe ostéide ou calcaire se dépose entre les cellules dont la prolifération commence aussitôt, en sorte que ces deux phénomènes, dépôts calcaires et prolifération, s'accomplissent simultanément. Ainsi se constitue un réseau d'apparence osseuse, recouvert par le périoste et recouvrant la dure-mère ; ce dépôt, qui prend ensuite les attributs du tissu osseux, est l'ébauche du diploé.

Dans la première période de leur évolution, les os de la voûte crânienne ne sont représentés que par ce réseau. Plus tard, le périoste entre en activité ; des couches superficielles s'ajoutent alors à la couche diploïque et la table externe se constitue. A une époque plus tardive encore, qui précède la naissance, la dure-mère donne naissance à des couches périostiques profondes qui forment la table interne à peine ébauchée au huitième mois de la vie intra-utérine.

Sur ces os, comme sur tous les os larges, un point central annonce le début de l'ossification qui s'étend en rayonnant, et qui finit par rencontrer d'autres points venus à sa rencontre. Ces divers centres d'irradiation s'entre-croisent par les aiguilles de leur circonférence et les os représentés par chacun d'eux s'unissent par suture.

Ce qui caractérise le développement des os non précédés de cartilage, ce n'est donc pas en résumé l'absence absolue d'un cartilage, puisque les cellules cartilagineuses existent et forment la couche moyenne du crâne membraneux ; c'est seulement l'absence de l'élément secondaire qui unit ces cellules dans les cartilages d'ossification et qui ne les unit pas dans les os membraneux.

Remarquons d'ailleurs que le tissu conjonctif auquel tous les auteurs font jouer le principal rôle dans le développement de la voûte du crâne ne donne nulle part naissance au tissu osseux. Les cellules qui entrent

dans sa structure diffèrent des cellules des cartilages. Si ce tissu a été considéré comme le point de départ du diploé des os de la voûte, cette erreur s'explique par la superposition des deux couches fibreuses qui recouvrent les cellules de la couche moyenne, cellules comparables à celles de la base du crâne, et qui n'en diffèrent que par la substance amorphe unissant celles-ci, et faisant défaut supérieurement.

APPAREIL DE LA CIRCULATION

L'appareil de la circulation est un vaste ensemble de conduits destinés à régulariser le cours du sang et de la lymphe.

Ces conduits ont surtout pour attribution de transporter le sang des poumons, où il s'oxygène, dans nos divers organes auxquels il apporte les éléments de leur nutrition. En passant dans la trame de ceux-ci, il perd ses propriétés nutritives; de rouge il devient noir. D'autres conduits le recueillent alors et le ramènent dans les poumons où il s'épure de nouveau au contact de l'air.

Le sang oscille ainsi, pendant toute la durée de la vie, des organes où il se régénère vers les organes qu'il alimente, et parcourt par conséquent deux principaux canaux dont l'un est affecté au sang rouge et l'autre au sang noir. Ces canaux simples et volumineux à leur partie moyenne, représentée par le cœur gauche pour l'un, par le cœur droit pour l'autre, se ramifient et se continuent par leurs extrémités. Aux deux principaux canaux s'ajoutent donc les capillaires pulmonaires et les capillaires généraux; et à ceux-ci s'ajoute encore un troisième canal qui verse la lymphe dans le canal à sang noir.

Tel est l'aspect sous lequel se présente à nous ce grand appareil lorsqu'on l'envisage au point de vue physiologique. Mais, si on le considère au point de vue anatomique, on reconnaît que les conduits contribuant à le former se divisent en quatre ordres, de structure très différente, représentés par les artères, les veines, les capillaires et les vaisseaux lymphatiques.

Les artères sont des conduits à parois épaisses, d'un blanc jaunâtre, restant béantes lorsqu'on les divise. Elles naissent des ventricules.

Les veines sont minces; elles offrent une teinte bleuâtre et s'affaissent dans l'état de vacuité. Les unes se rendent des poumons à l'oreillette gauche, ce sont les *veines pulmonaires*. Les autres, venues de toutes les parties du corps, vont se terminer dans l'oreillette droite; ce sont les

veines caves et la veine coronaire. Un troisième groupe émane des viscères abdominaux ; il porte le nom de *système veineux abdominal* et se rend dans le foie.

Les vaisseaux capillaires relient les artères aux veines. Ceux qui se concentrent dans les poumons, sont le siège de l'hématose ; ceux qui se répandent dans tout l'organisme, président à la nutrition, aux sécrétions, à la calorification.

Les vaisseaux lymphatiques, nés de la plupart des organes, diffèrent des veines par l'ensemble de leurs caractères plus encore que celles-ci ne diffèrent des artères.

Chacun de ces quatre ordres de vaisseaux possédant une structure qui lui est propre, représente un ensemble de parties similaires ; chacun d'eux par conséquent constitue un système.

Dans le règne animal, l'appareil de la circulation comprend donc quatre systèmes : le système artériel, le système veineux, le système capillaire et le système lymphatique.

Dans le règne végétal, l'appareil vasculaire est beaucoup plus simple. Il se réduit à deux systèmes seulement : le *système ligneux* et le *système libérien*. Le premier chemine des racines vers les feuilles ; il est parcouru par la sève ascendante. Le second s'irradie des feuilles dans toutes les autres parties de la plante ; il apporte à celles-ci la sève élaborée et s'accole partout au précédent, comme les artères s'accolent aux veines. Ces deux systèmes restent indépendants.

Composé seulement de deux ordres de conduits, l'appareil vasculaire des végétaux se présente donc au premier aspect comme beaucoup moins compliqué que celui des animaux. Mais c'est surtout lorsqu'on le considère dans sa constitution que cet appareil nous apparaît dans toute sa simplicité. Chez les animaux les conduits qui le constituent sont stratifiés ; leurs parois se composent d'éléments divers. Dans les plantes, il n'est pas stratifié ; de simples cellules se superposent et se sondent pour le former ; chacun de ses deux systèmes peut être ainsi ramené par la pensée à une longue cellule dont l'enveloppe à elle seule forme les parois.

Cependant, après avoir étudié les appareils vasculaires dans l'un et l'autre règne, nous verrons, en les comparant, que s'ils diffèrent beaucoup au point de vue anatomique, ils diffèrent peu en réalité au point de vue physiologique.

Nous nous occuperons d'abord des quatre systèmes qui forment l'appareil vasculaire des animaux. Nous prendrons ensuite connaissance de leur contenu, c'est-à-dire du sang et de la lymphe. Puis nous étudierons l'appareil vasculaire des plantes que nous pourrions alors comparer à celui des vertébrés.

SYSTÈME ARTÉRIEL

Dans les considérations qui précèdent, nous avons vu que le système artériel comprend deux groupes de vaisseaux: 1° l'artère pulmonaire et les divisions qui en partent; 2° l'aorte et toutes ses dépendances. A ces deux principaux groupes il convient d'ajouter les artères ombilicales et leurs branches terminales.

CHAPITRE PREMIER

STRUCTURE DES ARTÈRES QUI NAISSENT DES VENTRICULES

Les artères qui appartiennent aux deux premiers groupes offrent la même structure. Mais les artères ombilicales se distinguent des précédentes par une structure qui leur est propre. Après avoir étudié les premières, ou les artères en général, nous consacrerons aux secondes une mention spéciale.

Les artères présentent une structure stratifiée. Elles sont formées de trois principales couches, connues sous les noms de tunique externe, tunique moyenne et tunique interne.

Ces trois tuniques se prolongent sur presque toute leur longueur. Cependant, lorsqu'elles n'offrent plus qu'un très petit calibre, la tunique externe disparaît, laissant à nu la tunique moyenne qui poursuit son trajet. Puis cette seconde tunique s'amincit progressivement; ses fibres musculaires deviennent de moins en moins nombreuses; elles s'espacent, puis disparaissent à leur tour, en sorte qu'à ses dernières limites, le système artériel n'est plus représenté que par sa tunique interne.

Sur les grosses artères, c'est la tunique moyenne qui forme la presque totalité de l'épaisseur de leurs parois. Sur le bœuf, les deux autres réunies n'en constituent que le 10°, sur le cheval, le 20° seulement, et sur la baleine, le 200° environ. Mais, à mesure que ces vaisseaux diminuent de calibre, la tunique externe acquiert une plus grande importance, qu'elle conserve longtemps; ensuite elle s'amincit et cesse d'exister bien avant d'atteindre le système capillaire.

La tunique interne est celle qui varie le moins. Elle offre à peu près la même épaisseur dans toute son étendue. C'est seulement dans les artérioles qu'elle se modifie sensiblement, sa couche élastique se modifiant, s'amincissant et finissant par disparaître aussi.

A. — Tunique externe des artères.

Cette tunique n'est pas aussi simple qu'on l'a pensé jusqu'ici. Elle est formée de deux couches très différentes, qui méritent l'une et l'autre de fixer toute notre attention.

De ces deux couches, la plus superficielle est la seule qui ait été mentionnée : elle a été décrite sous les noms de *tunique celluleuse*, *tunique conjonctive*, *tunique connective* ou *adventice*.

La seconde, ou couche profonde, a été signalée en 1865 par le professeur Fasce Luigi (de Palerme), qui l'a considérée et décrite comme une quatrième couche. Son opinion à première vue semble fondée, car elle diffère beaucoup des trois autres. Cependant, après de longues études poursuivies à l'aide de la méthode des dissociations, je reste convaincu qu'elle doit être rattachée à la tunique externe. Plusieurs faits et considérations concourent à le démontrer. Pour les exposer, nous allons étudier successivement l'une et l'autre.

1° Couche superficielle de la tunique externe. — Cette couche, beaucoup plus épaisse que la couche profonde, est molle, lâche, extensible et rétractile. Lorsqu'on plonge dans l'eau bouillante un tronçon de 4 à 5 centimètres pris sur une artère de moyen calibre, elle se rétracte fortement et forme un large bourrelet, qui attire à lui ses deux extrémités, lesquelles prennent alors une forme évasée. En prolongeant l'ébullition, le bourrelet et toute la couche superficielle se transforment en une sorte de pulpe.

Pour en étudier les éléments, il faut recourir au procédé qui met en évidence les faisceaux du tissu conjonctif. Nous savons que ce procédé consiste à immerger dans la liqueur de Muller, pendant douze à quinze jours ou plus longtemps, une grosse artère, comme la carotide ou la fémorale, et à soumettre ensuite un tronçon pris sur ces artères à l'ébullition dans la solution suivante :

Acide chlorhydrique au 10°.....	9 parties.
Acide acétique ordinaire.....	1 —

Après une ébullition prolongée pendant deux ou trois minutes, tous les faisceaux conjonctifs deviennent bien manifestes. En plaçant sur le porte-objet du microscope une particule de la couche superficielle, et

après l'avoir arrosée d'une goutte d'acide chromique au 300^e, on voit ces faisceaux, transversalement striés, arrondis et d'inégal volume, cheminer dans toutes les directions. A ces faisceaux se trouvent mêlées d'innombrables fibres élastiques de différente grosseur aussi qui les croisent en tous sens. Dans cette même trame apparaissent des artérioles, des

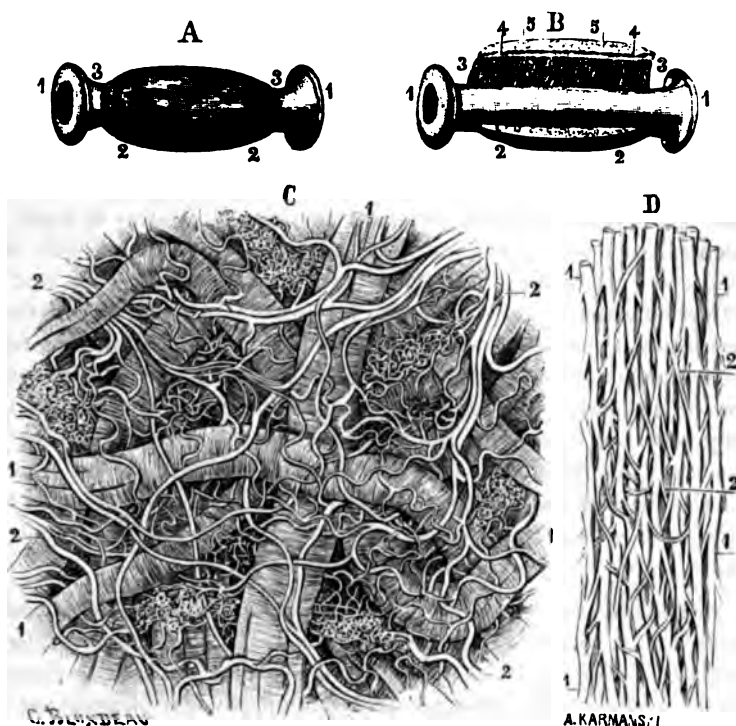


FIG. 60. — Tunique externe des artères; sa couche superficielle et sa couche profonde.

A. Un tronçon de l'artère fémorale soumis à l'action de l'eau bouillante. — 1, 1, ses deux extrémités évasées. — 2, 2, tunique externe rétractée. — 3, 3, tunique moyenne mise à nu par suite de cette rétraction.

B. Tunique externe rétractée, incisée et soulevée sur un de ses bords. — 1, 1, tunique moyenne évasée à ses extrémités. — 2, 2, bord inférieur du bourrelet représentant la tunique externe. — 3, 3, partie supérieure de ce bourrelet. — 4, 4, couche profonde de la tunique externe. — 5, 5, sa couche superficielle, d'une épaisseur beaucoup plus considérable.

C. Faisceaux conjonctifs et fibres élastiques de la couche superficielle de la tunique externe. — 1, 1, 1, 1, faisceaux conjonctifs, transversalement striés. — 2, 2, 2, 2, fibres élastiques, très nombreuses, et de grosseurs très différentes, cheminant dans les intervalles de ces faisceaux.

D. Couche profonde de la tunique externe. — 1, 1, fibres élastiques volumineuses transversales, s'anastomosant dans leur trajet. — 2, 2, ses fibrilles, qui se mêlent aux précédentes et qui contribuent à les unir.

veinules, des capillaires, des rameaux nerveux et, enfin, des cellules adipeuses en proportion variable.

Tels sont les divers éléments qui contribuent à former la couche superficielle de la tunique externe. Quelques auteurs avancent que les faisceaux conjonctifs, éléments principaux de cette couche, suivent pour la plupart une direction longitudinale. Sur toutes les préparations que j'ai faites à l'aide du procédé qui les montre le mieux, ils ne suivaient aucune direction déterminée. Comme les fibres élastiques répandues en si grand nombre dans cette couche, ils cheminent et se croisent dans tous les sens (fig. 60 et 61).

Les vasa vasorum se montrent en grande abondance aussi dans toute son épaisseur. Il est facile de suivre les artères qu'elle contient dans leur trajet, et d'observer leurs divisions successives et leurs fréquentes anastomoses. Les veines les accompagnent sans leur être accolées, et se comportent de même dans leur disposition. On voit très nettement aussi les capillaires qui les unissent aux dernières divisions artérielles. Pour l'étude de tous ces vaisseaux, il convient d'immerger préalablement une artère dans l'acide sulfurique au 5° et de la soumettre ensuite à l'ébullition dans le même acide au 20°. Les faisceaux de tissu conjonctif sont alors ramollis et détruits en grande partie, et les vasa vasorum dans ces conditions se trouvent en complète évidence.

Le même procédé permet d'observer les nerfs qui cheminent au milieu de ces vaisseaux. La plupart des tubes nerveux possèdent une gaine de myéline. Quelques-uns en sont dépourvus.

2° Couche profonde de la tunique externe. — Cette seconde couche, extrêmement mince lorsqu'on la compare à la couche superficielle, se compose presque exclusivement de fibres élastiques dont la direction est transversale. Ces fibres, par leur volume, par leur forme et par leur constitution, sont semblables à celles de la couche superficielle. Mais elles se distinguent de celles-ci par leurs continuelles divisions et leurs continuelles anastomoses. A peine ont-elles parcouru un très minime trajet qu'elles se divisent en deux branches égales, très courtes aussi, qui s'unissent presque aussitôt à des divisions semblables des fibres voisines. Elles se comportent exactement comme celles qui forment le ligament cervical supérieur du bœuf et du cheval. Il suit de leurs divisions et anastomoses incessantes que la couche profonde de la tunique superficielle représente en définitive un véritable réseau à mailles très petites et transversalement allongées (fig. 60, D).

Dans l'épaisseur de cette couche profonde on voit quelques rares capillaires sanguins venus de la couche superficielle et ne dépassant jamais ses limites. Elle ne paraît contenir aucun faisceau de tissu conjonctif et aucun filet nerveux. Elle n'offre également aucune trace

de cellules adipeuses. Les éléments qui la composent sont donc au nombre de deux seulement. De ces deux éléments, la fibre élastique est celui qui la constitue presque entièrement. Les quelques capillaires sanguins qu'elle contient ne prennent qu'une bien minime part à sa composition. On peut résumer toute sa structure en disant qu'elle est formée par un réseau très serré de belles fibres élastiques affectant une direction transversale.

Cette couche profonde existe sur toutes les grosses et moyennes artères; elle s'amincit beaucoup sur les petites, comme les artères faciale, temporale, etc., sur lesquelles elle ne tarde pas à disparaître.

L'étude de cette couche profonde exige impérieusement l'emploi de la méthode des dissociations; et alors même qu'on fait usage de cette méthode, elle nécessite une particulière attention. Mais dans ces conditions on réussit à l'isoler, au moins en partie, et à constater, non seulement son existence, mais sa disposition réticulée.

Cette couche profonde nous étant connue, il nous reste à démontrer qu'elle fait réellement partie de la tunique externe. Trois faits le

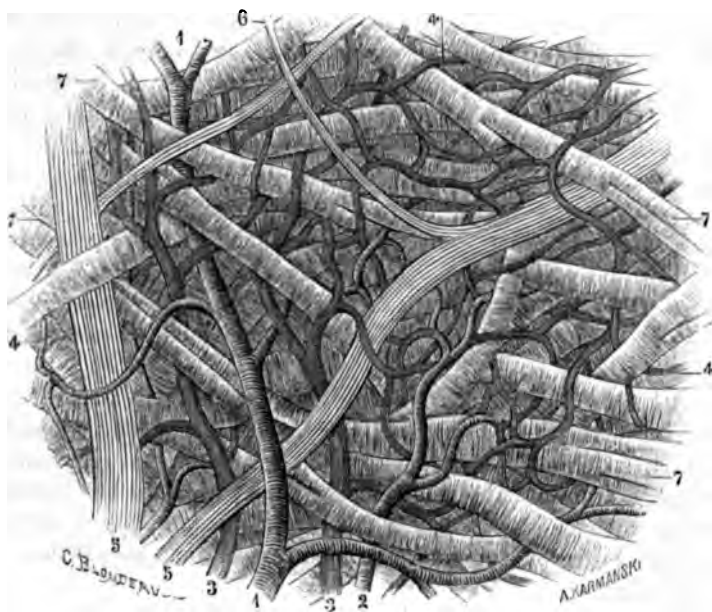


FIG. 61. — Vaisseaux et nerfs de la couche superficielle de la tunique externe.

1, rameau artériel. — 2, ramuscule du même ordre. — 3, 3, veinules qui les accompagnent. — 4, 4, 4, capillaires sanguins. — 5, 5, filets nerveux. — 6, filament partant de l'un de ces nerfs. — 7, 7, 7, 7, faisceaux de tissu conjonctif très diversement dirigés et d'inégal volume.

prouvent : 1° les fibres élastiques qui la constituent ressemblent à celles de la couche superficielle ; 2° comme cette couche superficielle, elle contient des vaisseaux ; 3° elle se continue avec cette couche, soit par ses fibres, soit par ses capillaires.

Elle appartient donc à la tunique externe des artères, mais occupe dans cette tunique une place distincte. Elle est manifestement sous-jacente à la couche superficielle et diffère de celle-ci : 1° par sa constitution presque exclusivement élastique ; 2° par la direction essentiellement transversale de ses fibres ; 3° par sa disposition si remarquablement réticulée ; 4° par l'extrême simplicité de sa structure qui se réduit presque à un seul élément, tandis que la couche superficielle en contient un grand nombre.

Nous pouvons donc admettre que si elle se rapproche de la couche superficielle sous quelques rapports, elle en diffère par la plupart de ses attributs, et que la tunique externe se compose réellement de deux couches bien distinctes et concentriques.

Démontrons maintenant que la couche profonde de la tunique externe ne saurait être rattachée à la tunique moyenne. Ici les preuves abondent et toutes très concluantes. — La suivante, du reste, pourrait suffire pour lever tous les doutes. La couche profonde se compose de belles fibres élastiques semblables à celles de la couche superficielle, ne différant de ces dernières que par leur direction circulaire et par leurs anastomoses multipliées à l'infini. — La tunique moyenne ne contient pas de fibres élastiques proprement dites ; elle ne possède que des lames et lamelles de tissu élastique fenêtré, très irrégulièrement découpées sur leurs bords, et se continuant entre elles par les prolongements qui naissent de ceux-ci. Le tissu élastique des deux couches de la tunique externe et celui de la tunique moyenne affectent donc un mode de configuration absolument différent.

A cette différence vient s'en joindre une seconde non moins importante : la couche profonde de la tunique externe ne renferme jamais le moindre vestige de fibres musculaires lisses ; la tunique moyenne, au contraire, en contient une prodigieuse quantité. Ajoutons que la couche profonde, bien que très adhérente à la tunique moyenne, s'en laisse cependant séparer ; et alors elle se montre avec tous les attributs qui lui sont propres.

Concluons en définitive que la tunique externe se compose de deux couches très différentes ; d'une couche superficielle plus épaisse, caractérisée par ses deux ordres de fibres, ses vaisseaux et ses nerfs ; et d'une couche profonde, très mince, constituée par des fibres élastiques circulaires et disposées en réseau. Chacune de ces couches possède des attributions très différentes aussi.

B. — Tunique moyenne des artères.

C'est à cette tunique que les artères sont redevables de leurs attributs les plus caractéristiques; c'est par elle surtout qu'elles se distinguent des veines; c'est à elle aussi qu'elles empruntent leur épaisseur, leur couleur d'un blanc jaunâtre et la propriété qu'elles possèdent de rester béantes lorsqu'on les divise.

Deux éléments contribuent à former la tunique moyenne des artères. Elle a pour élément principal des fibres musculaires lisses, répandues dans toute son épaisseur en quantité innombrable, et pour élément secondaire des lames et lamelles de tissu élastique fenêtré.

Ces deux éléments n'occupent pas une place déterminée. On les voit partout se mélanger de la manière la plus intime, en sorte que la tunique moyenne doit être considérée comme indivisible. On admet cependant qu'elle est formée d'un certain nombre de plans superposés,



FIG. 62. — Fibres musculaires et tissu élastique fenêtré de l'aorte du cheval.

1, 1, épaisseur des parois de l'aorte à son point de départ. — 2, 2, fibres musculaires grosses et courtes. — 3, 3, fibres musculaires d'une artère de moyen calibre, beaucoup plus longues que les précédentes. — 4, 4, lamelles de tissu élastique fenêtré. — 5, une autre lamelle ramenée en partie à son état primitif ou amorphe. Sur les autres lamelles on voit aussi les granules qui contribuent à les former.

séparables les uns des autres; et on peut la décomposer en effet, sur une étendue limitée. Ce résultat est dû à la direction transversale des fibres musculaires et des lamelles fenêtrées. Mais il est artificiel. Le tissu élastique fenêtré qui contribue à la former étant manifestement continu, dans toute l'épaisseur et sur toute la longueur des artères, elle ne peut être décomposée qu'au prix d'une dilacération de celui-ci et d'une certaine mutilation plus ou moins grande qui a pour effet de rendre cette décomposition partielle et imparfaite.

1° Fibres musculaires lisses. — Pour observer ces fibres, on a fait usage jusqu'à présent, tantôt des réactifs dilués qui montrent leur noyau, mais qui ne montrent pas ou montrent mal les fibres proprement dites; tantôt de la méthode des coupes qui donne des résultats semblables. Ces deux procédés sont également défectueux et insuffisants.

Seule, la puissante méthode des dissociations permet de prendre une notion complète et facile de ces fibres. Elle ne nous apprend rien sur leur noyau, il est vrai; mais ces noyaux nous sont connus, et les réactifs dilués les mettent bien en évidence. Ce qu'il importait de voir très clairement, ce sont les fibres elles-mêmes, toujours reconnaissables à leur configuration fusiforme. Or ces fibres, la méthode des dissociations les sépare; elle les isole; elle les met sous nos yeux dans toute leur longueur, avec leur diamètre et avec leurs leucytes ou granulations. Elle nous les montre flottant de toutes parts, encore groupées en larges faisceaux sur certains points, réunies par petits groupes sur d'autres, se juxtaposant et se débordant par leurs extrémités. Une bonne préparation obtenue par cette méthode est un tableau dans lequel elles se trouvent figurées sous tous leurs aspects, en sorte qu'on peut sans peine en prendre une parfaite notion en quelques instants.

La méthode à suivre pour obtenir ce résultat comporte deux procédés, l'un d'une exécution rapide, et l'autre d'une exécution lente.

Le procédé rapide comprend deux opérations: la première consiste à immerger des artères de calibre différent dans la solution suivante:

Acide sulfurique au 5°.....	9 parties.
Acide acétique ordinaire.....	1 partie.

Cette immersion doit être prolongée pendant trois ou quatre jours, ou plus longtemps pour les grosses artères, comme l'aorte et surtout l'aorte du cheval. On soumet ensuite un tronçon pris sur l'une de ces artères à l'ébullition dans le même réactif:

Acide sulfurique au 20°.....	9 parties.
Acide acétique.....	1 partie.

L'ébullition sera continuée jusqu'au moment où les parois de l'artère seront assez ramollies pour qu'on puisse en détacher une particule avec

la pointe d'une aiguille ou d'un scalpel. Cette particule étant déposée sur le porte-objet du microscope, on l'arrose avec une goutte d'acide acétique glycéринé :

Acide acétique au 100°.....	1 partie.
Glycérine.....	3 parties.

A ce réactif on pourra quelquefois substituer avec avantage l'acide chromique au 300° qui donne aux fibres un ton plus foncé et qui les rend ainsi plus apparentes, lorsque le ramollissement de l'artère a été exagéré.

Si au procédé rapide on préfère le procédé d'une exécution plus lente, il suffira de prolonger pendant un ou plusieurs mois l'immersion des artères dans l'acide sulfurique au 5°. Sous l'influence de cette longue immersion, elles se ramollissent; et il arrive un moment où toutes les fibres lisses et toutes les lamelles du tissu élastique fenêtré se laissent complètement isoler. Elles nagent alors dans le liquide de la préparation et se montrent dans un état d'entière intégrité.

De ces deux procédés, le second est celui qui mérite la préférence. Il est surtout applicable aux grosses artères. Le premier est très bon pour les petites artères et même pour les artères de moyen calibre. Mais il est moins précis dans ses résultats, l'ébullition pouvant être un peu trop prolongée, ou ne l'être pas assez.

Les fibres lisses des artères sont toutes transversalement dirigées. Elles ont pour siège unique la tunique moyenne.

Leur nombre diffère selon les espèces animales. C'est dans les ruminants et particulièrement chez le bœuf qu'elles deviennent surtout remarquables par leur grande abondance; c'est aussi chez ce quadrupède qu'elles se laissent le plus facilement dissocier. Chez le cheval, leur dissociation est beaucoup plus difficile, au moins sur les parois de l'aorte. On n'arrive aussi que difficilement à les isoler chez le chien. Mais en faisant usage du procédé qui opère lentement, on réussit sans peine chez l'homme et tous les mammifères à les dissocier. Pour les moyennes et les petites artères on réussit également bien chez tous les animaux par le procédé rapide.

Le diamètre et la longueur des fibres musculaires de la tunique moyenne présentent de grandes variétés selon les espèces animales dans lesquelles on les observe. Pour éviter de tomber dans des détails fastidieux et sans utilité, je me bornerai à mentionner les faits généraux qui les concernent.

Premier fait. — Les fibres les plus grosses sont celles de l'aorte. Elles ont en moyenne 0,010 μ . A mesure qu'on s'éloigne du tronc aortique, leur diamètre diminue progressivement, en sorte que

dans toutes les artères de moyen calibre il descend à $0,008 \mu$, puis se réduit dans celles d'un petit diamètre à $0,007 \mu$ ou $0,006 \mu$.

Deuxième fait. — Les fibres du tronc aortique sont les plus courtes, chez l'homme et tous les vertébrés. Elles mesurent en moyenne $0,050 \mu$. Leur longueur est notablement plus grande dans les troncs de second ordre, comme la mésentérique supérieuré, la fémorale, la carotide primitive, etc.; elle s'élève à $0,140 \mu$; en d'autres termes elle est au moins double, et parfois triple de celles de l'aorte.

En passant de ces grosses branches artérielles aux petites, comme l'artère tibiale postérieure, la radiale, elle reste plus étendue encore. Les fibres de la faciale chez l'homme sont même plus longues encore que celles de l'aorte. En ajoutant leurs fibres bout à bout, un petit nombre suffirait pour circonscrire les artérioles, tandis qu'on devrait

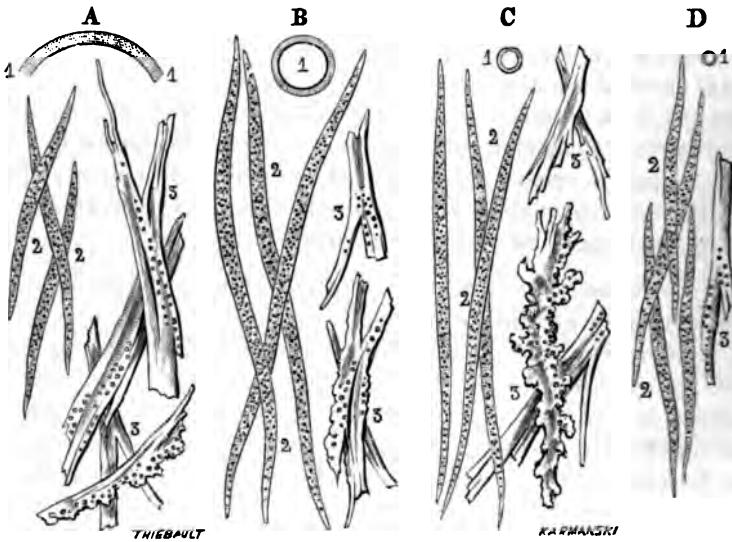


FIG. 63. — Fibres musculaires et tissu élastique fenêtré de la tunique moyenne des artères chez l'homme.

A. *Aorte.* — 1, 1, épaisseur de ses parois. — 2, 2, ses fibres musculaires. — 3, 3, diverses lamelles de tissu élastique fenêtré, dont les granules sont en partie visibles.

B. *Artère fémorale.* — 1, épaisseur de ses parois. — 2, 2, ses fibres musculaires, plus longues que celles de l'aorte. — 3, 3, deux lamelles de tissu élastique fenêtré.

C. *Artère tibiale postérieure.* — 1, coupe transversale de l'artère. — 2, 2, ses fibres musculaires, beaucoup plus longues aussi que celles de l'aorte. — 3, 3, ses lamelles élastiques avec leurs granules.

D. *Artère faciale.* — 1, coupe transversale. — 2, 2, ses fibres musculaires, encore un peu plus longues que celles de l'aorte. — 3, lamelle fenêtrée.

les multiplier beaucoup pour obtenir une circonférence égale à celle du tronc aortique.

Troisième fait. — Comme conclusion des faits qui précèdent il faut admettre que les artères de moyen et de petit diamètre sont celles dont le calibre se resserre le plus au moment où elles se contractent, et l'aorte celle dont le calibre se réduit le moins.

2° **Tissu élastique fenêtré.** — Ce tissu se présente sous un aspect tout à fait différent du tissu élastique fibrillaire. Il est essentiellement lamelliforme et rétifforme. Sur tous les points où on le rencontre il prend la configuration de lames, de lamelles, de plaques, à contours extrêmement irréguliers, à bords capricieusement découpés. C'est par ces bords que toutes les lames et lamelles se continuent, d'où il suit que le tissu élastique fenêtré est criblé d'orifices de toutes formes et

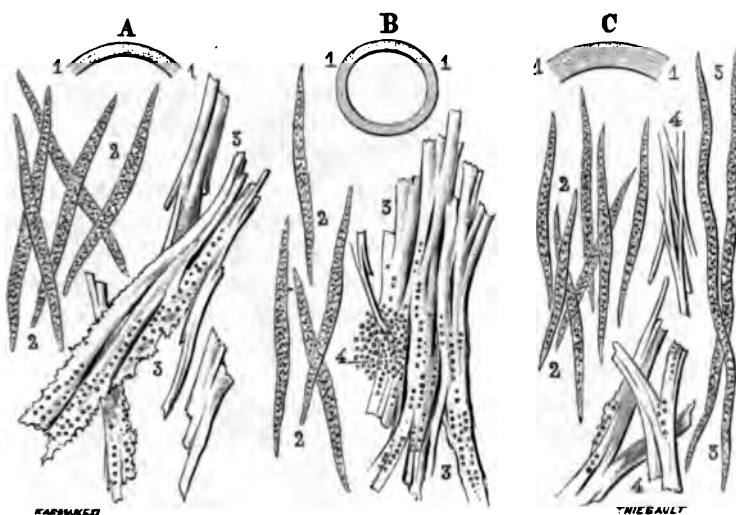


FIG. 64. — Fibres musculaires et lamelles élastiques de l'aorte, chez le chien, le mouton et le casoar.

A. *Aorte du chien.* — 1, 1, épaisseur de ses parois. — 2, 2, ses fibres musculaires. — 3, 3, ses lamelles élastiques fenêtrées, très irrégulières, avec leurs nombreux granules très évidents.

B. *Aorte du mouton.* — 1, 1, épaisseur de ses parois. — 2, 2, ses fibres musculaires dont le noyau comme celui de toutes les autres ne se voit pas, la méthode des dissociations ne les mettant jamais en évidence. — 3, 3, grande lamelle fenêtrée. — 4, substance amorphe et granules de cette lamelle.

D. *Aorte du casoar.* — 1, 1, épaisseur considérable de ses parois. — 2, 2, ses fibres musculaires. — 3, 3, fibres d'une artère de moyen calibre beaucoup plus longues que les précédentes. — 4, 4, lamelles fenêtrées.

de toutes dimensions et partout continu. Il offre ainsi, lorsqu'on le considère dans son ensemble et sa continuité, la disposition d'un réseau, mais d'un réseau de plaques, de lames et de lamelles, très différentes par leur étendue et leur contour.

La méthode des coupes ne donne qu'une notion bien incomplète de ce tissu. Mais la méthode des dissociations le montre avec une très grande netteté. Lorsque la tunique moyenne est bien dissociée, on voit flotter dans le liquide de la préparation : d'une part, toutes les fibres musculaires dont il devient alors facile de mesurer le diamètre et la longueur ; de l'autre, les plaques du tissu élastique fenêtré. Celles-ci se montrent sur certains points assez larges, sur d'autres plus petites, çà et là plus ou moins longues, et parfois très courtes, mais toujours remarquables pour les capricieuses dentelures de leur circonférence ou de leurs bords.

Nulle part on n'aperçoit au milieu de ces plaques et lamelles de

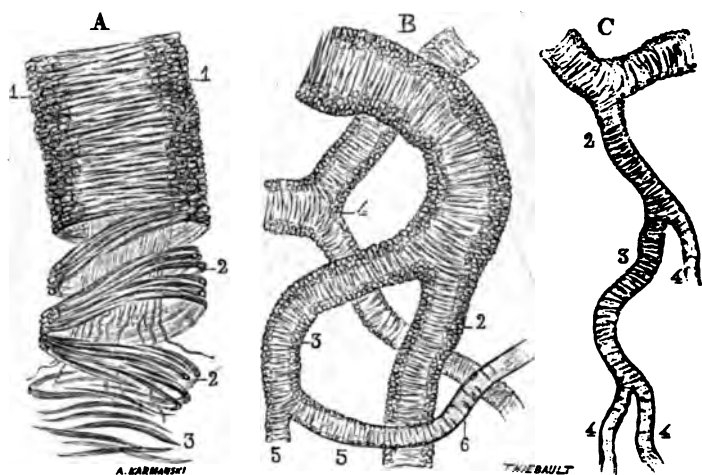


FIG. 65. — Extrémité terminale des artères.

A. Artère dont la tunique musculaire est en partie dissociée. — 1, 1, fibres musculaires non dissociées. — 2, 2, fibres en partie dissociées et laissant voir au-dessous d'elles, dans leur écartement, la coupe élastique de la tunique interne. — 3, ces mêmes fibres, dissociées et isolées.

B. Divisions artérielles terminales. — 1, ramuscule dont les fibres sont encore très nombreuses. — 2, 3, artérioles qui en partent ; leurs fibres sont déjà plus rares. — 4, une autre artériole semblable aux précédentes. — 5, 5, dernières divisions dont les fibres s'espacent davantage. — 6, leur extrémité terminale, dont les fibres, de plus en plus rares, finissent par disparaître.

C. Artériole d'une extrême petitesse. — 2, première division. — 3, deuxième division, dont les fibres sont très espacées. — 4, 4, 4, dernière division, dont la partie terminale est dépourvue de fibres.

véritables fibres élastiques, comparables à celles de la tunique externe. C'est donc à la fois et par ses fibres musculaires et par son tissu élastique que la tunique moyenne diffère de la précédente.

La méthode des dissociations a encore un autre avantage ; elle met en évidence les granules du tissu élastique fenêtré, et démontre par conséquent que si ce tissu diffère de celui de la tunique externe et des autres parties du corps, ce n'est pas par sa nature, mais seulement par son étrange mode de configuration (fig. 62, 63, 64).

Quelle est l'origine du tissu élastique fenêtré ? Nous avons déjà reconnu que le tissu élastique fibrillaire, satellite presque constant du tissu conjonctif, a pour point de départ les cellules de ce tissu. Comme les faisceaux qui en sont le principal élément, il provient de ces cellules ; comme ceux-ci il représente un simple produit d'exsudation. Le tissu élastique fenêtré dérive d'un processus analogue. Il tire son origine des cellules musculaires auxquelles il se trouve mêlé. Ces cellules ou fibres lisses, en vertu de leur activité propre, exhalent aussi un produit, amorphe d'abord, qui s'épanche sur leur périphérie, et qui remplit leurs intervalles ; ce produit prend peu à peu tous les attributs qui le distinguent. On peut du reste le voir sous tous les aspects par lesquels il passe pendant son évolution. Au début de mes recherches, faisant usage de réactifs trop énergiques, je n'apercevais autour des fibres qui le produisent que des granules réunis par une substance amorphe. Plus tard, usant de réactifs moins violents, j'ai pu voir les lamelles fenêtrées encore intactes, contenant des granules dans leur épaisseur.

Ainsi se confirme la loi que nous avons mentionnée en prenant connaissance des cellules animales et végétales, et en vertu de laquelle la plupart des substances amorphes ne représentent pas des éléments proprement dits, mais de simples produits élaborés par les cellules et s'épanchant autour d'elles dans un but variable d'utilité. Ici le produit élaboré par les cellules musculaires a pour but de leur offrir des points d'attache. Lorsqu'elles se contractent, les lamelles fenêtrées se raccourcissent, et, lorsque cesse leur contraction, celles-ci ramènent les cellules à leur longueur moyenne.

C. — Tunique interne.

Cette tunique est surtout remarquable par sa grande minceur. Qu'on la considère sur les grosses, sur les moyennes ou sur les petites artères, elle diffère à peine.

Par sa face externe elle s'unit étroitement à la tunique moyenne, dont on ne peut la séparer par les moyens mécaniques. Sa face interne ou face libre présente l'aspect poli des membranes séreuses. Dans l'état

de-contraction des artères elle se ride longitudinalement ; dans l'état de repos ces rides disparaissent.

Comme la tunique externe, elle se compose de deux couches, de nature très différente. L'une de ces couches est aussi élastique ; l'autre ou profonde est constituée par un endothélium qui s'étend du cœur jusqu'aux capillaires dans lesquels elle se prolonge.

1° Couche élastique. — Elle est formée de fibres de grosseurs diverses, mais petites pour la plupart, et souvent même d'une extrême ténuité. Toutes ces fibres, sans exception, suivent une direction longitudinale. Dans leur trajet elles s'anastomosent assez fréquemment pour prendre la disposition d'un réseau. Sur les grosses artères ce réseau présente des mailles en général bien distinctes, mais souvent si minimales qu'il revêt l'aspect d'une fine dentelle. La méthode des dissociations montre ces fibres dans toutes leurs variétés ; elle est seule sur ce point véritablement instructive. Sur les bonnes préparations elle détache la couche élastique de la couche endothéliale ; on voit alors çà et là des débris de réseau, plus ou moins larges, remarquables par la netteté, la variété et l'élégance de leur structure.

Sur les très petites artères, à l'aide des réactifs dilués, on peut voir très bien les fibrilles élastiques longitudinales, parallèles et non anastomosées. J'emploie alors la solution suivante :

Acide chlorhydrique au 1000 ^e , au 2000 ^e , au 3000 ^e	1 partie.
Acide acétique au 150 ^e	1 —

2° Couche endothéliale. — Cette seconde couche ou couche profonde, très adhérente à la précédente, et plus mince encore que celle-ci, a pour éléments des cellules allongées dans le sens longitudinal, dont les bords sont un peu sinueux. Leur longueur diffère selon le calibre des artères. Dans les plus grosses, leur diamètre longitudinal diffère peu du transversal. Dans les artères de moyen calibre il devient plus long, et s'allonge plus encore dans les petites où son étendue est à peu près double et quelquefois triple de celle du précédent.

Toutes ces cellules, aplaties et de figure polygonale, sont unies par une substance amorphe que le nitrate d'argent au 400^e colore en noir. Leur contour se dessine alors très clairement et permet d'en reconnaître la forme et les dimensions. Le réactif formulé plus haut en montre bien les noyaux.

Nous avons vu que le tissu élastique fibrillaire a pour origine les cellules du tissu conjonctif, que le tissu élastique fenêtré provient des cellules musculaires. De quelle source dérive le réseau élastique de la tunique interne ? Il dérive des cellules endothéliales. Ces trois ordres de cellules, si différentes par leur nature et leur destination, se rappo-

chent par la faculté qu'elles possèdent de produire des substances amorphes qui les entourent ou les recouvrent; et chacune de ces substances amorphes, en se constituant sous une forme qui lui est propre, remplit un rôle utile. Le plus souvent ce rôle consiste à protéger l'organe qui les produit. C'est ce qui a lieu pour la tunique interne; le réseau élastique protège les cellules endothéliales en leur adhérant et résistant pour elles à l'effort qui dilate cette tunique, en les ramenant à leurs dimensions après la suspension de cet effort.

Lorsque la tunique moyenne disparaît, la tunique interne poursuit son trajet. Mais sa couche élastique, encore très évidente, s'appauvrit; elle ne se compose plus que de fibres parallèles, à peine anastomosées. Celles-ci deviennent de plus en plus déliées; puis finissent par disparaître. L'artère passe alors à l'état de simple capillaire. Cette dégradation des artères à leur extrémité terminale, la disparition progressive de la couche élastique de leur tunique interne, se voit bien sur les artérioles qu'on arrache des circonvolutions du cerveau.

Pour étudier ces artérioles et les suivre dans les modifications succes-

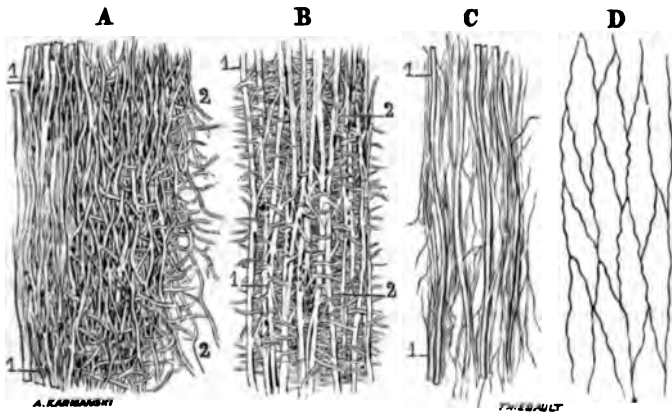


FIG. 66. — Tunique interne des artères; sa couche superficielle élastique et sa couche profonde endothéliale.

A. *Couche élastique de la tunique interne d'une artère volumineuse.* — 1, 1, ses fibres élastiques internes, parallèles, longitudinales et peu anastomosées. — 2, 2, ses fibres élastiques externes, plus déliées, plus anastomosées, se continuant avec la tunique moyenne.

B. *Couche élastique d'une petite artère.* — 1, 1, ses fibres internes, longitudinales et parallèles. — 2, 2, fibrilles externes.

C. *Couche élastique d'une très petite artériole dont le diamètre mesurait un cinquième de millimètre seulement.* — 1, 1, ses fibres internes ou profondes, à peine anastomosées.

D. *Couche endothéliale d'une très minime artériole.* — Les figures qui la composent offrent toutes une figure losangique.

sives qu'elles subissent en se rapprochant des capillaires, il suffit de les tenir immergées pendant quelques jours dans cette solution :

Acide chlorhydrique au 1000°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

Sous l'influence de ce réactif on voit presque aussitôt apparaître les noyaux des fibres musculaires et la couche élastique de la tunique interne, qui se réduit graduellement à sa plus grande simplicité à mesure qu'elle se rapproche des capillaires généraux.

L'acide chlorhydrique peut être dilué davantage ; je l'emploie souvent au 2000° et même au 3000°.

D. — Artères ombilicales.

Les artères qui parcourent le cordon ombilical pour aller se ramifier dans le placenta ne possèdent que deux tuniques. Elles sont dépourvues de tunique externe. Peut-être pourrait-on considérer comme représentant cette tunique la gélatine de Warthon, qui les entoure de tous côtés et qui est constituée par des faisceaux de tissu conjonctif. Mais plusieurs faits tendent à repousser cette opinion.

Les fibres conjonctives qui entourent la tunique musculaire de ces artères sont toutes longitudinalement dirigées ; rien ne les distingue des autres fibres du cordon, qui suivent la même direction et qui appartiennent à celui-ci bien plus qu'aux vaisseaux sous-jacents.

Mais ce qui doit nous faire repousser l'analogie de ces fibres longitudinales avec la tunique externe des artères émanées du cœur, c'est l'absence radicale de toute fibre élastique, de toute artère, de toute veinule et de tout filet nerveux.

Cette dernière différence, l'absence des vaisseaux et des nerfs, sur toute la longueur des artères ombilicales et sur toutes leurs divisions, est un fait d'une importance considérable, et sur lequel beaucoup d'auteurs peut-être conserveront des doutes. Or ces doutes ne seraient pas fondés ; car sur toutes les autres artères, en usant de la méthode des dissociations, on voit ces vaisseaux et ces nerfs ; on les voit constamment et facilement. Or en appliquant la même méthode aux artères ombilicales on n'en découvre jamais le moindre vestige.

Ces vaisseaux et nerfs n'existant pas, il y a lieu de nous poser deux questions : Comment vivent ces artères ? D'où vient le principe incitateur qui préside à la contraction de leurs fibres musculaires ?

A la première question on peut répondre qu'elles vivent aux dépens du sang contenu dans leur cavité. Cette réponse est satisfaisante ; car les artères provenant des ventricules semblent emprunter à la même source

leurs suc nutritifs, puisque aucun capillaire ne pénètre dans leurs deux tuniques internes. Il est vrai qu'elles peuvent les emprunter aussi aux vaisseaux sanguins de leur tunique externe. Mais c'est toujours d'une manière indirecte et à l'aide des suc plasmatiques dérivés des vaisseaux voisins qu'elles s'alimentent. Nous pouvons donc admettre que les artères ombilicales, privées de *vasa vasorum*, puisent leur alimentation dans le sang qui se rend au placenta.

Reste la seconde question dont la solution semble moins facile. Des fibres musculaires qui se contractent comme toutes les autres, et qui n'ont aucune connexion avec le système nerveux ! C'est là sans doute un phénomène non seulement exceptionnel, mais unique, et si étrange, il faut bien l'avouer, que la première réponse qui se présente à l'esprit consiste à supposer que ces fibres sont pourvues de nerfs et que ceux-ci se déroberont à tous nos moyens d'investigation. Mais alors pourquoi les réactifs qui nous montrent si bien les tubes nerveux dans toutes les artères nées des ventricules du cœur, sont-ils ici frappés d'impuissance ? et puisque les artères ombilicales peuvent vivre sans vaisseaux, pourquoi ne pourraient-elles pas se contracter aussi en l'absence de tout filet nerveux ? S'il en était ainsi, c'est encore au sang qu'il faudrait rapporter le principe qui les anime.

CHAPITRE II

PROPRIÉTÉS DES ARTÈRES

Les artères possèdent des propriétés physiques et des propriétés physiologiques. A ces dernières on peut rattacher une propriété qui n'a pas été mentionnée, la rigidité.

Résistance, extensibilité, rétractilité, élasticité, telles sont leurs propriétés physiques les plus importantes.

A. Résistance. — Pour apprécier la résistance que possède une artère, le moyen le plus précis consiste à la fixer par une extrémité et à suspendre à son extrémité opposée des poids de plus en plus lourds. Dans ces conditions on la voit s'allonger et résister en se tendant à la manière d'une corde ; puis elle se rompt lorsque le poids devient supérieur à sa résistance.

Afin d'évaluer cette résistance, j'ai pris un segment de l'artère fémorale chez un adulte de quarante-cinq ans. Ce segment en place avait une longueur de 18 centimètres ; après avoir été isolé et détaché, il n'avait plus que 15 centimètres. Considérées pendant la vie, les artères

sont donc dans un état de tension permanente qui met en jeu leur résistance. Ce tronc étant divisé en deux parties inégales, l'une de 10 et l'autre de 5 centimètres, je fixai l'extrémité supérieure du segment de 10 centimètres, en l'immobilisant solidement entre les deux mâchoires d'un étau ; puis j'ai suspendu à l'extrémité opposée d'abord un poids de 1000 grammes, élevé graduellement jusqu'à 2500 grammes ; mon segment artériel, très fortement tendu, s'est allongé de 3 centimètres et demi, c'est-à-dire d'un tiers environ de sa longueur. J'ajoutai encore 100 grammes au poids total ; alors, après quelques minutes d'attente, l'artère s'est brusquement rompue. Elle avait donc supporté un poids de 2600 grammes ; ce poids nous donne la mesure exacte de sa résistance longitudinale.

J'avais pris sur le même sujet l'artère carotide primitive. Sa longueur était de 11 centimètres ; j'obtins un résultat approximatif (2480 grammes). Nous pouvons donc admettre que pour les grosses artères la résistance longitudinale a pour mesure un poids de 2500 grammes en moyenne.

Dans les petites artères la résistance reste encore considérable. Ainsi un tronçon de l'artère fémorale pris sur un enfant de six mois a pu supporter un poids de 1080 grammes.

La résistance transversale est plus difficile à évaluer. Mais elle semble supérieure à la résistance longitudinale. L'aorte et toutes ses divisions au moment où on les injecte peuvent supporter des efforts considérables sans se rompre, lorsque les sujets sont en bon état de conservation. Si, après avoir divisé cette artère longitudinalement, on fixe l'un de ses bords, on peut constater, en attirant le bord opposé en sens contraire, qu'elle offre une très grande résistance, et qu'il est plus difficile de la déchirer dans le sens longitudinal que dans le sens transversal.

Lorsqu'on allonge les artères au point de les déchirer, ce sont les fibres élastiques qui résistent. Mais toutes ne prennent pas à la résistance une part égale. Au premier rang semblent alors se placer celles de la tunique interne qui sont longitudinales ; au second se trouveraient celles de la tunique moyenne et de la tunique externe.

Les trois tuniques résistent donc d'autant plus qu'elles sont plus profondes ; c'est dans cet ordre en effet qu'elles semblent se déchirer.

B. Extensibilité et rétractilité. — Les artères sont extensibles selon leur longueur et selon leur diamètre.

Leur extensibilité longitudinale se manifeste au moment de la systole du cœur ; car on les voit alors faire saillie à la surface des moignons d'amputation. Elle devient bien autrement apparente lorsqu'on leur fait subir un allongement forcé, puisqu'elles s'étendent dans ces conditions du tiers de leur longueur. Si l'on dépasse cette limite, toutes les fibres élastiques se rompent, mais la couche superficielle de la tunique

externe continue de s'allonger en se rétrécissant de plus en plus, puis se rompt à son tour. Si l'on examine alors les deux bouts de la rupture, on remarque sur chacun d'eux un cône de 12 à 15 millimètres de longueur, formé uniquement par la couche superficielle.

Cette couche possède donc une extensibilité très supérieure à celle des couches sous-jacentes. Les deux cônes résultant de son allongement et de sa déchirure sont fermés à leur sommet qui tend à se rétracter; ainsi s'explique l'arrêt du sang, à la suite des plaies par arrachement. On a vu plusieurs fois le membre supérieur entier, violemment arraché, et l'énorme plaie qui succède à cet accident exempte de toute hémorrhagie.

La rétractilité des artères est égale à leur extensibilité. Modérément allongées, elles reviennent aussitôt à leur étendue première lorsqu'on les abandonne à elles-mêmes. Les fibres qui réagissent alors et qui président à leur rétraction sont surtout celles de la tunique interne, et accessoirement, celles de la tunique externe.

L'extensibilité et la rétractilité dans le sens transversal sont beaucoup moins prononcées que les précédentes. La première, qui est représentée à l'état physiologique par les pulsations artérielles, est restée longtemps discutée. Les instruments de précision et particulièrement l'hémodynamomètre de Poiseuille ont fini par résoudre le problème. Nous savons aujourd'hui qu'au moment où les artères se dilatent, leur diamètre s'allonge seulement de la vingt-deuxième partie de son étendue. Leur rétractilité a pour mesure ce très minime allongement.

C. Élasticité. — Cette importante propriété entre en jeu simultanément dans le sens longitudinal et dans le sens transversal, soit pendant la systole, soit pendant la diastole des ventricules. Pendant la systole, les artères s'allongent et se dilatent; pendant la diastole elles se raccourcissent et se resserrent; mais c'est surtout l'élasticité transversale qui entre alors en jeu et qui joue le rôle principal.

Les artères se laissent dilater par l'ondée sanguine projetée dans leur cavité; elles réagissent ensuite sur celle-ci et contribuent par leur élasticité à faire progresser le sang vers les capillaires. Leur élasticité cependant ne doit pas être considérée comme une force nouvelle qui s'ajoute à la contraction du cœur. Les artères dans cette réaction se bornent à restituer au sang la force que ce liquide leur avait transmise. Elles jouent, ainsi que l'a très bien démontré M. Marey, le rôle d'un simple régulateur qui transforme le mouvement intermittent de la circulation en mouvement continu.

D. Contractilité. — Les fibres musculaires qui constituent essentiellement la tunique moyenne sont les agents de cette propriété. Hunter l'avait observée et démontrée à une époque où ces fibres

n'étaient pas encore connues. Vers la fin d'une hémorrhagie, lorsque le sang n'est plus assez abondant pour les dilater, elles continuent encore à diminuer de calibre, luttant alors contre l'élasticité de leurs parois. Cette élasticité qu'un rétrécissement exagéré avait mise en jeu les ramène ensuite à leur diamètre normal.

La contractilité des artères est sous l'influence du grand sympathique, ainsi que l'a démontré Cl. Bernard par des expériences très habilement poursuivies sur les membres et sur la tête. De là les noms de *nerfs vaso-constricteurs* et *vaso-dilatateurs* donnés aux ramifications nerveuses qui président à la contraction des vaisseaux sanguins.

E. Rigidité des artères. — J'ai pu constater plusieurs fois ce phénomène de la rigidité artérielle sur des organes provenant d'animaux qui venaient d'être abattus, et passant brusquement du corps de ceux-ci dans l'eau froide. Le premier fait de cette nature que j'ai observé est relatif à la rate. Ce viscère, très volumineux sur le cheval, étant inondé de sang, je le plongeai, pour le laver, dans un baquet rempli d'eau à la température de $+ 4^{\circ}$. Mon intention était d'injecter ses vaisseaux sanguins et lymphatiques. Revenu dans mon laboratoire, je voulus procéder aussitôt à leur injection. Dans ce but je tentai d'introduire une canule dans l'artère splénique; mais en vain. L'artère, qui offre à peu près le diamètre de la fémorale chez l'homme, était si fortement contractée que sa cavité avait disparu; ses parois étaient partout en contact immédiat avec elles-mêmes et si rigides qu'il me fut impossible de les dilater. Pour faire cesser cette rigidité, j'imaginai de verser sur les vaisseaux spléniques de l'eau à $+ 45^{\circ}$. Ce ne fut qu'après une attente de vingt minutes que les parois de l'artère reprirent peu à peu leur consistance normale; je pus alors l'injecter.

A cette première observation j'ai pu en réunir quelques autres, recueillies dans les mêmes conditions. Il résulte de ces faits que, sous l'impression subite du froid, la cavité d'une artère volumineuse peut non seulement se resserrer comme elle le fait pendant la durée d'une hémorrhagie, mais que ce resserrement peut être porté au point de mettre ses parois en contact immédiat.

La rigidité des artères ne consiste donc pas simplement dans le durcissement et l'immobilisation de leurs parois; elle est caractérisée à la fois par le rapprochement et la mise en contact immédiat de celles-ci. Dans ce phénomène la contraction des fibres musculaires atteint des limites que la théorie ne permettait pas de prévoir. Sous ce point de vue, la rigidité des artères diffère de celle des muscles striés, puisque celle-ci ne détermine aucune contraction; elle laisse en place les parties rigides. Ici les parties rigides, au contraire, se déplacent au point de se rejoindre sur l'axe du vaisseau.

SYSTÈME VEINEUX

Le système veineux comprend : 1° les veines qui s'étendent des poumons à l'oreillette gauche, les *quatre veines pulmonaires*; 2° celles qui se rendent de toutes les parties du corps à l'oreillette droite, les *deux veines caves* et la *veine coronaire*; 3° la *veine porte* ou *système veineux abdominal*; 4° la veine ombilicale.

Les trois premiers groupes diffèrent à peine. Mais la veine ombilicale à laquelle il faut joindre toutes ses branches d'origine s'en distingue par sa structure et se rapproche, sous ce rapport, des deux artères qu'elle accompagne. Après avoir étudié les veines en général, nous exposerons brièvement les caractères qui lui sont propres.

§ 1^{er}. — STRUCTURE DES VEINES EN GÉNÉRAL.

Les parois des veines, comme celles des artères, sont stratifiées. Elles se composent aussi de trois principales couches distinguées en tunique externe, tunique moyenne et tunique interne.

A. Tunique externe des veines. — Cette tunique diffère selon qu'on considère les veines sus-diaphragmatiques ou sous-diaphragmatiques. Nous l'étudierons d'abord dans les premières.

1° *Tunique externe des veines sus-diaphragmatiques.* — Dans toutes ces veines, la tunique externe se compose d'une seule couche qui rappelle la couche superficielle de celle des artères. La couche profonde de cette tunique, si remarquables par ses fibres élastiques transversales et rétifformes, n'existe pas dans les veines. C'est là une première différence importante qui les distingue des artères. A celle-ci viendront s'en joindre beaucoup d'autres.

Cette tunique externe, réduite à une seule couche, se compose de faisceaux conjonctifs, de fibres élastiques, de vaisseaux sanguins ou *vasa vasorum*, de quelques ramifications nerveuses et d'une quantité variable de vésicules adipeuses.

Les faisceaux de tissu conjonctif sont nombreux, de volume très

et le mode de groupement différent suivant les veines, selon les individus et selon l'âge; en général elles sont beaucoup moins nombreuses dans la tunique externe des veines que dans celle des artères.

2° Tunique externe des veines sous-diaphragmatiques. — Dans la plupart des veines situées au-dessous du diaphragme, la tunique externe est semblable à celle des veines situées au-dessus de ce muscle. Mais dans quelques-unes elle en diffère considérablement. La différence tient à la présence, dans son épaisseur, de fibres musculaires longitudinales. Les veines dans lesquelles on rencontre ces fibres longitudinales sont les suivantes :

1° La veine cave inférieure, les deux veines iliaques primitives et la veine iliaque externe;

2° La veine fémorale, la veine poplitée et la veine saphène interne;

3° Le tronc de la veine porte et ses deux principales divisions;

4° La grande veine azygos.

Parmi ces veines contenant des fibres musculaires longitudinales dans leur tunique extrême, toutes n'en sont pas également pourvues. C'est dans la veine cave inférieure, et dans le tronc de la veine porte, chez l'homme et tous les mammifères, qu'elles arrivent à leur plus grand développement. Elles sont si abondantes dans ces deux principaux troncs sous-diaphragmatiques, qu'elles forment une couche complète, plus épaisse et plus importante que la tunique moyenne, composée de fibres circulaires (fig. 67, 68, 69).

La disposition et les rapports de ces fibres méritent une attention spéciale, si l'on veut prendre une notion exacte de leur siège. Dans les gros troncs veineux on pourrait croire au premier aspect qu'elles constituent une couche simplement superposée à la couche des fibres circulaires, et qu'elles font partie de la tunique moyenne. Mais une étude plus attentive démontre qu'elles se groupent par rubans plus ou moins larges, et que ces rubans sur presque tous les points qu'ils occupent sont entourés de faisceaux conjonctifs et même de fibres élastiques; les plus petits et les plus superficiels se perdent au milieu des éléments constitutifs de la tunique externe. En général on les voit cheminer dans l'épaisseur de cette tunique.

Ce qui distingue plus particulièrement ces fibres musculaires longitudinales, ce n'est pas seulement la disposition fasciculée qu'elles affectent partout, c'est aussi, c'est surtout la grande longueur qu'elles présentent. Elles égalent trois ou quatre fois la longueur des fibres circulaires. Celles de la veine cave et du tronc de la veine porte sont les plus longues; mais sur toutes les autres veines leur étendue, bien qu'un peu moindre, reste encore très supérieure à celle des fibres qui forment la tunique moyenne (fig. 69, 70, 71).

Pour l'étude de ces fibres musculaires situées dans l'épaisseur de la tunique externe et appartenant à cette tunique, c'est encore à la méthode des dissociations qu'il faut avoir recours. Elle exige de la part de l'observateur une grande attention, et des préparations bien faites, réalisables seulement par cette méthode.

Quant aux autres éléments de la tunique externe des veines sous-diaphragmatiques, ils diffèrent peu de ceux des veines du premier groupe. Peut-être cependant les gros capillaires que nous avons déjà observés dans ces dernières sont-ils ici plus remarquables encore, surtout dans la veine cave et les premiers gros troncs qui en partent. Les fibres élastiques dans ces gros troncs, et même dans ceux qui les continuent se font remarquer aussi par leur grande abondance.

B. Tunique moyenne des veines. — Cette tunique est loin d'offrir l'importance qu'elle possède dans le système artériel. Elle n'a ni l'épaisseur relativement considérable de celle qui fait partie de ce système, ni sa grande élasticité, ni son mode de constitution, ni son opacité; elle est mince et demi-transparente.

Elle se compose de fibres musculaires courtes, assez grosses, et

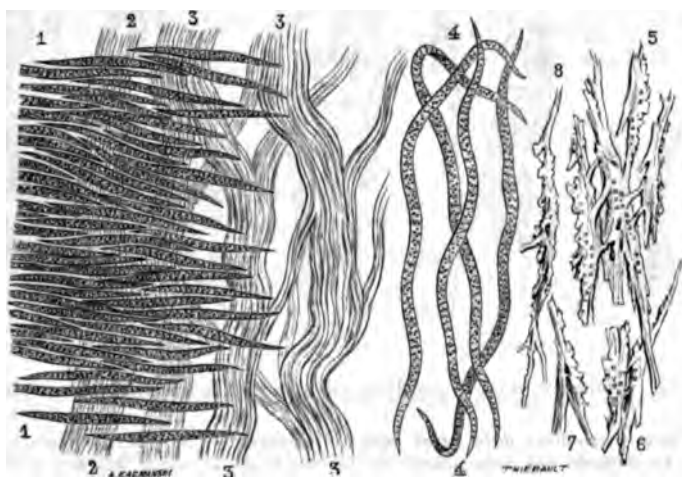


FIG. 69. — Fibres musculaires et lamelles élastiques fenêtrées de la veine cave inférieure.

1, 1, fibres musculaires transversales, très courtes. — 2, 2, faisceaux musculaires longitudinaux sous-jacents à ces fibres, et situés dans l'épaisseur de la tunique externe. — 3, 3, faisceaux semblables, perpendiculaires comme les précédents aux fibres circulaires. — 4, fibres qui forment ces faisceaux; on voit qu'elles se rapprochent de ces fibres par leur diamètre, mais qu'elles sont beaucoup plus longues. — 5, large lamelle fenêtrée. — 6, petites lamelles. — 7, 8, lamelle étroite et longue.

toutes circulaires. Leur brièveté est remarquable lorsqu'on les compare à l'étendue des fibres artérielles; la différence est plus saisissante encore lorsqu'on les rapproche des fibres longitudinales des veines. L'observateur reste surpris en voyant sur une même préparation provenant de la veine cave inférieure, de la veine fémorale, ou de la veine porte, ces deux ordres de fibres se croiser perpendiculairement, les profondes si courtes, les superficielles si longues. La surprise est la même si l'on met à côté des fibres circulaires de la fémorale les fibres circulaires de l'artère correspondante. Ajoutons que ces deux ordres de fibres ne diffèrent pas moins par leur nombre; celles de l'artère sont incomparablement plus nombreuses, d'où l'inégale épaisseur de leur tunique moyenne.

La tunique moyenne des veines est donc moins fortement constituée que celle des artères. De là, sans doute, l'existence des fibres longitudinales dans les gros troncs veineux sous-diaphragmatiques. Elles se

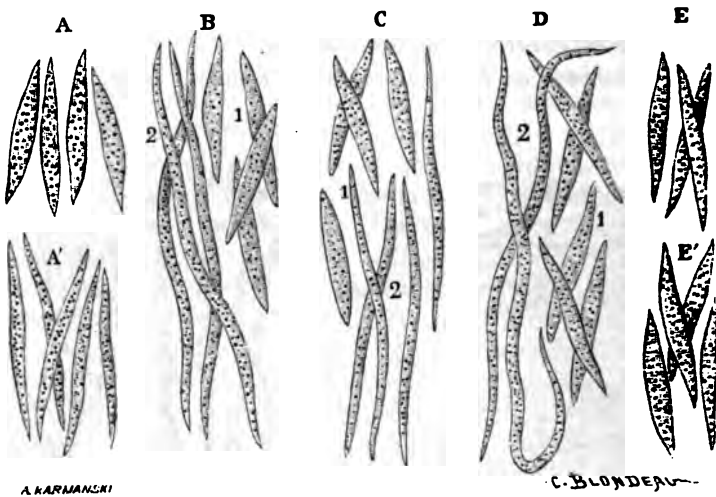


FIG. 70. — Longueur relative des fibres circulaires et longitudinales des veines.

A. *Fibres circulaires de la veine cave inférieure.* — A', fibres circulaires de l'aorte. La méthode des dissociations ne montrant pas le noyau des fibres musculaires, ce noyau ne se trouve pas ici représenté.

B. *Fibres musculaires de la veine fémorale.* — 1, fibres circulaires. — 2, fibres longitudinales.

C. *Fibres musculaires de la veine tibiale postérieure.* — 1, fibres circulaires. — 2, fibres longitudinales.

D. *Fibres musculaires des vaisseaux ombilicaux.* — 1, fibres de la veine, grosses et remarquablement courtes. — 2, fibres de l'artère, circulaires comme les précédentes, mais beaucoup plus longues.

E. *Fibres circulaires du tronc de la veine porte.* — E', fibres circulaires de la grande veine azygos, grosses et courtes comme les précédentes.

surajoutent aux circulaires pour les consolider, pour les aider à lutter contre l'action de la pesanteur; de là aussi vraisemblablement leur absence sur les veines situées au-dessus du diaphragme. Cette opinion cependant n'a pas toute l'importance qu'on pourrait lui attribuer, lorsqu'on considère qu'elle semble s'appliquer plus spécialement à l'homme. Chez les quadrupèdes, les grosses colonnes sanguines du tronc cheminent horizontalement et cependant la veine cave postérieure possède aussi une très belle couche de fibres longitudinales qu'on ne trouve pas sur la veine cave antérieure. Sur celle-ci, il est vrai, le sang est aspiré par le thorax, tandis que celui des grosses veines postérieures au diaphragme ne possède pour agent d'impulsion que leurs fibres musculaires.

Tous les histologistes sont à peu près d'accord pour admettre que les vasa vasorum dans les veines se prolongent jusque dans l'épaisseur de leur tunique moyenne; et ils attribuent à cette vascularité plus

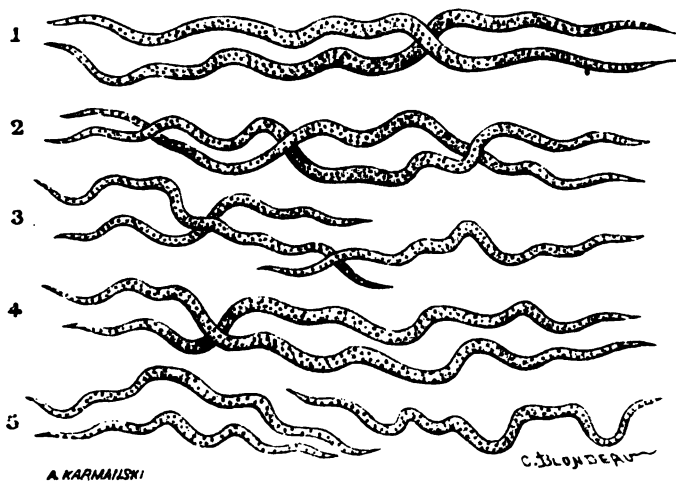


FIG. 71. — Longeur relative des fibres musculaires longitudinales des veines.

1. *Fibres longitudinales de la veine cave inférieure.* — Par leur longueur et leur diamètre elles l'emportent sur presque toutes les autres. Elles sont, en outre, plus nombreuses que les fibres circulaires.

2. *Fibres longitudinales de la veine fémorale.* — Très longues aussi, mais moins nombreuses que les fibres circulaires.

3. *Fibres longitudinales de la portion fémorale de la veine saphène interne.* — Moins nombreuses aussi que les fibres circulaires.

4. *Fibres longitudinales, très longues, du tronc de la veine porte.* — Elles se prolongent sur l'origine de la veine porte hépatique, et un peu aussi sur l'origine des veines splénique et mésentérique supérieure.

5. *Fibres longitudinales de la veine porte hépatique et de la veine asygos.*

grande leur prédisposition à l'inflammation. Cette opinion, que j'ai longtemps partagée, demande à être discutée.

Dans les veines sus-diaphragmatiques, la tunique musculaire est dépourvue de vasa vasorum. Lorsqu'on examine avec une grande attention les gros capillaires qui semblent en occuper l'épaisseur, on remarque, si l'on voit cette tunique par sa face interne, que les fibres passent au-dessus de ces capillaires. Si l'on examine la même tunique par sa face externe, on constate très nettement que les capillaires la recouvrent. Ils n'occupent donc pas son épaisseur, mais restent en dehors de celle-ci, c'est-à-dire dans la tunique externe.

Dans les veines sous-diaphragmatiques, les gros capillaires se comportent de même; ils occupent aussi la tunique externe. Mais, s'il s'agit des fibres longitudinales, leurs rapports sont bien différents, puisque celles-ci se trouvent situées dans cette tunique. Ainsi l'opinion

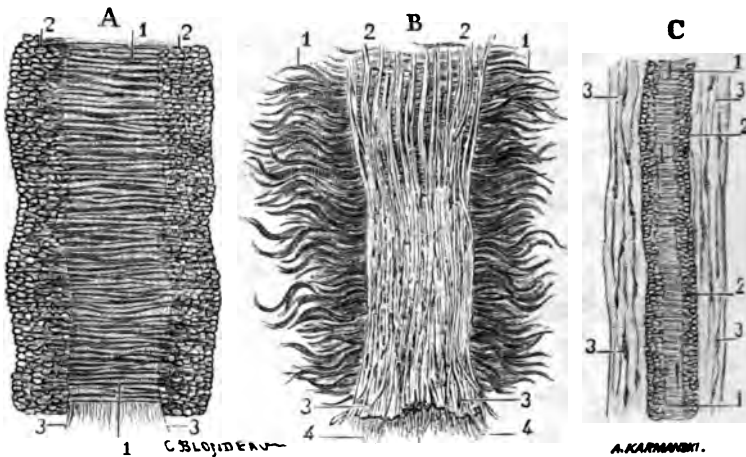


FIG. 72. — Tunique musculaire des veines; couche élastique de leur tunique interne; cellules fusiformes qui entourent les artérioles et les vésicules.

A. *Tunique musculaire des veines sus-diaphragmatiques.* — 1, 1, fibres musculaires répondant à la cavité de la veine. — 2, 2, ces mêmes fibres répondant aux bords du vaisseau et le contournant. — 3, 3, fibres élastiques de la tunique interne débordant la tunique moyenne.

B. *Fibres élastiques de la tunique interne, toutes longitudinales et anastomosées.* — 1, 1, fibres musculaires de la tunique moyenne, ramollies et rompues, dont les extrémités, par voie de compression, ont été rejetées à droite et à gauche. — 2, 2, fibres musculaires profondes. — 3, 3, fibres élastiques de la tunique interne situées au premier plan. — 4, 4, ces mêmes fibres situées au second plan et formant avec les précédentes une couche cylindrique complète.

C. *Vaisseau sanguin de très petit calibre (artériole ou veinule).* — Il est entouré d'une couche de cellules fusiformes, qu'on prenait autrefois pour de simples noyaux, mais qui appartiennent bien réellement à la classe des cellules.

si généralement admise est vraie pour la couche des fibres longitudinales; mais elle ne l'est pas pour la couche des fibres circulaires, qui seules participent à la constitution de la tunique moyenne.

Cette tunique semblait dépourvue de tissu élastique fenêtré. Dans son épaisseur, cependant, j'ai pu constater l'existence de quelques lamelles fenêtrées, beaucoup moins importantes que celles de la tunique moyenne des artères, mais bien manifestes.

C. Tunique interne des veines. — Si la tunique musculaire des veines diffère assez notablement de celle des artères, il n'en est pas de même de leur tunique interne. Elle offre la plus grande analogie dans ces deux ordres de vaisseaux. Dans l'un et l'autre, elle se compose de deux couches; et dans l'un et l'autre ces deux couches sont semblablement constituées.

La *couche externe ou élastique* de la tunique interne des veines est formée de fibres longitudinales, assez grosses et bien visibles. Dans les veines volumineuses, ces fibres longitudinales sont reliées par des fibres plus petites, qui s'anastomosent, comme les précédentes, et qui donnent à la couche élastique le caractère d'un réseau, à mailles d'autant plus serrées que la veine présente un plus grand calibre. Il suit de cette disposition que c'est sur les troncs veineux que la couche superficielle de la tunique interne est la plus difficile à mettre en évidence. La méthode des dissociations cependant permet d'atteindre ce but; mais elle exige des réactifs violents qui finissent par la détacher, ou qui en détachent au moins des lambeaux sur lesquels il devient alors facile de voir les fibres et leurs anastomoses (fig. 72, B).

En passant des grosses aux veines de petit calibre, les anastomoses se montrent moins nombreuses; les mailles qu'elles circonscrivent sont moins serrées; et la direction longitudinale des principales fibres apparaît plus évidente. Mais c'est surtout sur les plus petites veines qu'on peut facilement les observer; à peine présentent-elles quelques fines anastomoses; on les distingue alors très clairement. Dans les dernières ramifications veineuses toutes les fibres cheminent longitudinalement sans s'anastomoser.

Sur toutes les petites veines comme sur les petites divisions artérielles la tunique externe disparaît avec les *vasa vasorum*, et ses nerfs. Les fibres musculaires s'espacent, deviennent de plus en plus rares, et cessent aussi d'exister. La couche élastique devenue libre n'est plus représentée que par ses fibres longitudinales dépourvues de toute anastomose, et après un trajet d'étendue variable, elles s'effacent, laissant à nu la couche endothéliale (fig. 73, B, D).

Cette couche, la plus mince de toutes, est formée uniquement de cellules, à bords légèrement sinueux, un peu plus longues dans le

sens longitudinal, s'unissant par leur contour à l'aide d'une substance amorphe. A mesure qu'on s'éloigne des principaux troncs, le grand axe des cellules s'allonge. Dans les petites veines, il l'emporte d'autant plus sur leur diamètre transversal qu'elles sont plus minimes.

D. Veinules des circonvolutions du cerveau. — Les premières radicules veineuses des circonvolutions du cerveau diffèrent beaucoup des dernières divisions artérielles correspondantes. Ces dernières divisions sont absolument semblables à celles qu'on observe dans toutes les autres parties de l'organisme.

En soumettant les premières radicules des veines cérébrales à l'action des réactifs les plus dilués, on voit leurs fibres musculaires transversales, représentées par leurs noyaux, s'espacer de plus en plus à mesure qu'on se rapproche des capillaires et disparaître progressivement. On remarque en outre que ces noyaux transversaux sont coupés perpendiculairement par des noyaux longitudinaux.

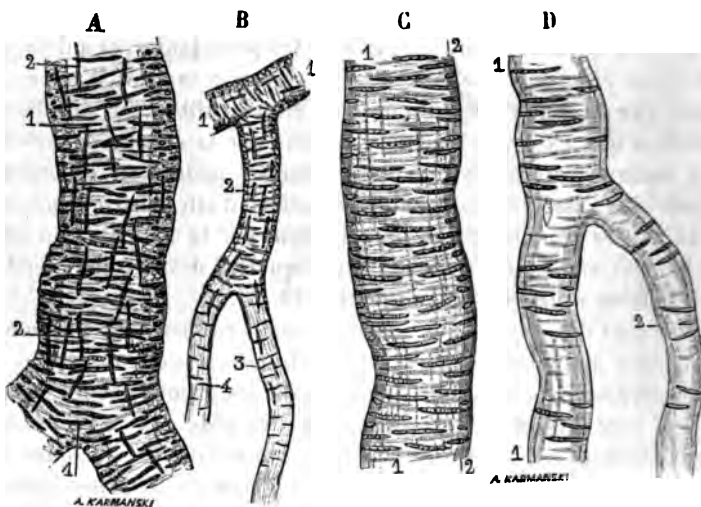


FIG. 73. — Fibres musculaires des premières radicules des veines du cerveau et des dernières divisions artérielles de cet organe.

A. Une veinule arrachée de l'épaisseur d'une circonvolution dont le diamètre était de 0^m,04. — 1, 1, fibres musculaires transversales représentées par leurs noyaux. — 2, 2, noyaux des fibres musculaires longitudinales.

B. Veinule de la plus extrême petitesse. — 1, ramuscule veineux. — 2, une de ses divisions. — 3, 4, radicules veineuses, sur lesquelles apparaissent les premières fibres longitudinales et transversales.

C. Très petit ramuscule artériel. — 1, 1, noyaux des fibres transversales. — 2, 2, ces mêmes noyaux contournant les bords du vaisseau.

D. Autre ramuscule, arraché des circonvolutions, sur lequel les noyaux musculaires s'espacent et disparaissent. — 1, 1, noyaux transversalement dirigés. — 2, ces mêmes noyaux s'espacent de plus en plus, puis disparaissent.

Le réactif à mettre en usage pour observer les dernières fibres musculaires des artérioles et les premières fibres des veinules doit être ainsi composé :

Acide chlorhydrique au 2000°.....	1 partie.
Acide acétique au 200°.....	1 —

A l'aide de ce réactif les noyaux des fibres musculaires se montrent presque instantanément. En immergeant les ramuscules sanguins arrachés des circonvolutions pendant quelques heures dans ce réactif, le résultat sera encore plus net; et l'on pourra comparer les noyaux musculaires des artérioles aux noyaux musculaires des veinules.

Sur ces dernières, on remarquera que les noyaux transversaux et longitudinaux sont également manifestes et à peu près en nombre égal. L'observation atteste donc que les fibres longitudinales n'ont pas pour siège exclusif les gros troncs veineux sous-diaphragmatiques, mais qu'on peut les rencontrer aussi sur les premières radicules du système veineux. Ce fait, il est vrai, est exceptionnel; les veinules des circonvolutions sont les seules sur lesquelles on les observe.

E. Fibres musculaires des valvules. — Les replis valvulaires sont considérés avec raison comme une dépendance de la tunique interne; et en effet, chez l'homme et presque tous les mammifères, ils sont privés de fibres musculaires.

Cependant j'ai pu constater une exception à ce fait général et presque absolu. Chez le bœuf il existe des fibres musculaires dans la plupart des valvules. Ces fibres sont particulièrement bien visibles sur les valvules de la veine cave postérieure; je les ai vues très bien aussi sur les valvules de la veine fémorale.

La direction des fibres situées dans l'épaisseur de ces replis est parallèle au bord libre des valvules et parallèle aussi par conséquent aux fibres de la tunique moyenne dont elles semblent provenir. Elles m'ont paru former un seul plan. En se rapprochant du bord adhérent des valvules, qui sont du reste peu développées, elles en suivent le trajet, et contribuent à former le bourrelet qu'Houzé a signalé, mais qui, dans toutes les autres valvules, est un épaississement, une sorte de renforcement de la couche élastique profonde.

F. Veine ombilicale. — La veine ombilicale, par la simplicité de sa structure, diffère de toutes les autres; et ses premières radicules ne diffèrent pas moins de celles du système veineux général.

1° *Veine ombilicale.* — Ce qui distingue ce tronc veineux, c'est aussi l'absence d'une tunique externe. Nous avons vu qu'elle fait défaut sur les artères du cordon ombilical; c'est en vain également qu'on la

cherche sur le tronc veineux qui les accompagne ; par conséquent cette veine ne possède ni vasa vasorum, ni filets nerveux. Dans le long trajet qu'elle parcourt, aucun ramuscule artériel ne pénètre dans son épaisseur pour lui apporter les éléments nécessaires à sa nutrition ; aucune veinule n'en sort ; aucun capillaire ne la parcourt ; aucun filet ne la met en relation avec le système nerveux.

Que les histologistes accueillent ce résultat négatif avec réserve ; qu'ils l'accueillent avec toutes sortes de doutes ; qu'ils le rangent même sans hésiter au nombre des erreurs, je n'en serais pas surpris, inclinant moi-même vers cette réserve et ces doutes. Mais alors pourquoi accuser une méthode qui montre si nettement ces vaisseaux et ces nerfs partout ailleurs, et qui reste ici d'une impuissance absolue et

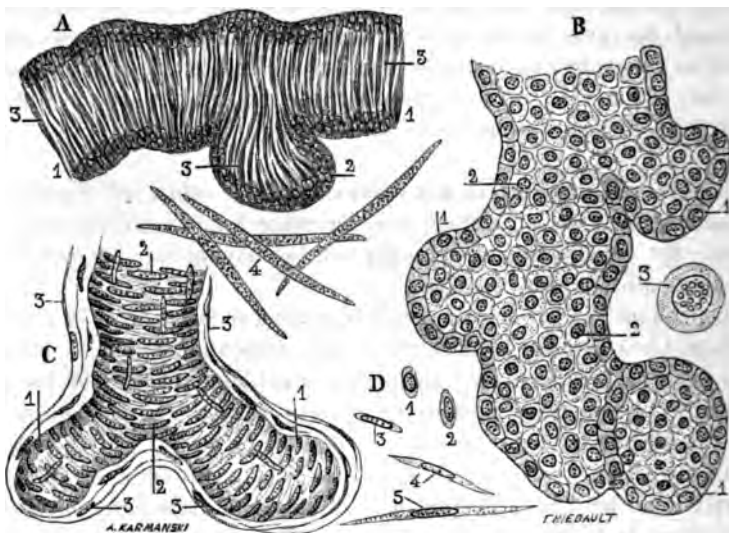


FIG. 74. — Les premières radicules de la veine ombilicale.

A. Une radicule portant une ampoule sur son trajet. — 1, 1, radicule veineuse. — 2, ampoule située sur son trajet. — 3, 3, 3, fibres musculaires de la veinule et de l'ampoule.

B. Tunique interne ou endothéliale des premières radicules de la veine ombilicale. — 1, 1, 1, ampoules représentant l'origine de ces radicules. — 2, 2, cellules de la couche endothéliale. — 3, une cellule isolée.

C. Origine d'une veinule. — 1, 1, deux ampoules se réunissant pour la former. — 2, 2, radicule résultant de leur union ; sur leur contour on voit les noyaux de leurs fibres musculaires. — 3, 3, 3, gaine de la radicule et de ses deux ampoules. — 4, longueur de leurs fibres musculaires.

D. Cellules de la gaine qui entoure à leur origine les radicules de la veine ombilicale. — 1, simple cellule ovoïde. — 2, cellule plus allongée. — 3, cellule plus longue encore. — 4, 5, cellules fusiformes.

constante? Sans doute c'est sur elle qu'on peut faire retomber la responsabilité d'un tel insuccès. Cependant je n'hésite pas à déclarer que si un autre observateur les découvre par un procédé quelconque, je me ferai un devoir de lui accorder la priorité et tout le mérite de cette découverte, heureux de pouvoir ainsi rattacher un fait si étrange à la loi générale.

En attendant, je conclus que la veine et les deux artères du cordon ombilical sont absolument dépourvues de vaisseaux et de nerfs.

2° *Origine de la veine ombilicale.* — Cette veine a pour origine des radicules, qui, en se réunissant et formant des ramuscules, des rameaux, puis des branches de plus en plus volumineuses, donnent naissance à un tronc unique, lequel sort alors du placenta pour parcourir le cordon ombilical en se juxtaposant aux artères de même nom.

Les racines de la veine ombilicale ne diffèrent pas des divisions par lesquelles se terminent les artères qui l'accompagnent.

Les unes et les autres ont pour caractère commun, d'abord leur volume très considérable lorsqu'on le compare à celui des vaisseaux correspondants du système veineux général. Elles n'appartiennent à l'ordre des capillaires, ni par leur calibre, ni par leur forme, ni par leur structure. Toutes commencent ou se terminent par des ampoules, arrondies, hermétiquement closes du côté de l'utérus, très rapprochées, souvent doubles ou adossées. En s'éloignant de ces extrémités terminale et initiale les ampoules ne disparaissent pas; elles deviennent seulement moins nombreuses et moins saillantes, puis s'espacent de plus en plus et s'effacent, en sorte que les dernières divisions des artères et les premières radicules de la veine prennent alors un calibre régulièrement cylindrique, lequel s'accroît progressivement.

A ce premier caractère, tiré de leur forme et de leur volume, vient s'en joindre un autre non moins important. Elles sont recouvertes et complètement entourées par des fibres musculaires transversales qu'on retrouve jusque sur leur extrémité libre. On ne saurait donc les ranger parmi les capillaires: les dernières divisions des artères ombilicales sont des artérioles d'un volume relativement considérable, et les premières radicules de la veine ombilicale, des veinules non moins volumineuses.

Le placenta, sous ce point de vue, ne peut être comparé à aucun autre organe. C'est un viscère *sui generis*, qui a pour attributs distinctifs sa constitution presque exclusivement vasculaire, et l'absence de vasa vasorum et de filets nerveux sur toute l'étendue des vaisseaux qui contribuent à le former. Ceux-ci par conséquent vivent aux dépens du sang qui les parcourt, et empruntent aussi à ce même liquide le principe qui préside à leur contraction.

§ 2. — PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME VEINEUX.

Les veines possèdent des propriétés analogues à celles des artères. Elles ont aussi pour propriétés physiques la résistance, l'extensibilité, la rétractilité et l'élasticité, et pour propriétés physiologiques leur contractilité et leur vitalité.

A. Propriétés physiques. — Par ce premier groupe de leurs propriétés les veines diffèrent des artères. Leurs parois sont moins résistantes, plus extensibles, plus rétractiles.

Moins résistantes, elles se laissent plus facilement dilater ; et, lorsqu'un obstacle retarde ou suspend, pour un instant ou même pour un certain laps de temps, la marche du sang dans leur cavité, la facilité avec laquelle elles se dilatent leur permet de jouer temporairement le rôle d'un réservoir dans lequel ce liquide est reçu et séjourne jusqu'à ce qu'il ait trouvé dans les veines anastomotiques une voie dérivative suffisante. Ce qui au premier aspect nous apparaît comme un défaut de constitution est donc en réalité un avantage que l'organisme utilise, par exemple à la suite des phlébites qui frappent les gros troncs veineux, tels que les veines iliaques internes, les veines iliaques primitives, et même la veine cave inférieure, à la suite des phlegmasies de l'utérus.

Un phénomène semblable se produit lorsque le chirurgien se trouve dans la nécessité de lier la veine sous-clavière, ou la veine fémorale, ou tout autre gros tronc analogue, ligatures considérées autrefois comme fatalement mortelles, mais qui peuvent être suivies cependant de guérison, l'anatomie nous ayant appris que des anastomoses permettent d'espérer le retour du sang jusqu'au cœur. Son arrêt n'est que momentané ; l'œdème traduit au dehors les difficultés échelonnées sur sa route ; mais la grande dilatabilité des veines sous-jacentes d'une part et des veines anastomotiques de l'autre lui permet de revenir peu à peu jusqu'à l'oreillette droite par ces voies détournées.

Moins résistantes, les veines se laissent non seulement plus facilement dilater, mais aussi plus facilement allonger ; c'est ainsi qu'elles peuvent admettre dans leur cavité une quantité beaucoup plus grande de sang ; elles prennent alors un volume souvent considérable, qui descend de proche en proche jusqu'aux capillaires.

La rétractilité des veines ne semble pas différer très sensiblement de celle des artères. Cependant, lorsque leurs parois sont restées longtemps dilatées et allongées, elles ne reviennent que lentement et incomplètement à leur longueur primitive.

Leur élasticité est bien inférieure à celle du système artériel.

Après s'être dilatées et allongées, elles réagissent sur le liquide qu'elles contiennent et tendent, à l'aide des fibres élastiques et des lamelles fenêtrées qu'elles possèdent, à revenir à leur dimension moyenne. Mais leur réaction n'est pas aussi énergique que celle des artères, phénomène que nous devons peut-être aussi considérer comme un avantage; car, si elles possédaient la même puissance d'élasticité, elles seraient sans doute moins dilatables et moins aptes à jouer le rôle de réservoir momentané.

B. Propriétés physiologiques. — Ces propriétés, au nombre de deux, sont représentées par leur contractilité et leur vitalité.

La contractilité des veines est à la fois transversale et longitudinale. Pour les veines situées au-dessus ou en avant du diaphragme, elle est simplement transversale, et alors, bien inférieure à celle des artères, dont les fibres sont incomparablement plus nombreuses. Pour les grosses veines sous-diaphragmatiques, elle est double. Les fibres circulaires ne possèdent qu'une faible contractilité, qui a aussi très probablement pour but de laisser à chacune d'elles sa facile dilatabilité. Leurs fibres longitudinales semblent douées d'une contractilité beaucoup plus grande, si leur puissance est proportionnelle à leur nombre et à leur excessive longueur. Chacun de ces deux ordres de fibres paraît donc jouer un rôle diamétralement opposé: les circulaires ne se contractant que faiblement, afin de laisser aux parois veineuses toute liberté pour se dilater; les longitudinales se contractant plus énergiquement pour chasser le sang de ces veines trop distendues et le ramener vers le cœur.

La vitalité des veines est très grande. L'énorme calibre des capillaires qui cheminent dans leur tunique externe, capillaires le plus habituellement remplis de sang, démontre suffisamment l'énergie de cette propriété, que vient confirmer la gravité des lésions inflammatoires dont le système veineux est si fréquemment le siège.

C'est très probablement à cette vitalité que les veines sont redevables de l'avantage qu'elles possèdent de rester jusqu'à la vieillesse la plus extrême dans un état de complète intégrité. Sous ce point de vue, elles sont beaucoup mieux douées que les artères.

Ces dernières, à mesure que nous avançons en âge, se pénètrent de carbonate de chaux. Chez quelques vieillards, leurs parois en sont si abondamment infiltrées qu'elles deviennent alors fragiles et cassantes comme de simples tubes calcaires. Dans ces conditions elles se dépouillent successivement de toutes leurs propriétés physiques et physiologiques. Elles deviennent inertes et ne remplissent plus que très imparfaitement leurs fonctions. Cette dégénérescence graduelle des vaisseaux artériels se révèle à l'exploration du pouls. Un médecin

expérimenté qui palpe le pouls radial, reconnaît immédiatement si vous avez échappé à cette fâcheuse influence de la vieillesse et si vous avez des *artères encore jeunes*. En d'autres termes, à leur souplesse il reconnaît leur jeunesse et n'hésite pas à déclarer que jusqu'à présent elles ont résisté à l'invasion des sels calcaires.

Cette mort anticipée mais heureusement partielle des artères ne frappe pas le système veineux. Les parois des veines, plus minces, plus vasculaires, plus vivantes, ne se laissent jamais envahir par les principes minéraux qui se substituent molécule à molécule aux principes immédiats de nos tissus.

C. Dégénérescence graisseuse des artérioles et des veinules. — Mais il est une autre sorte de dégénérescence qui peut atteindre simultanément ces deux systèmes, et qui porte à la fois sur la partie terminale de l'un et sur la partie initiale de l'autre. Je veux parler des artérioles et des veinules du système nerveux central. Lorsqu'on arrache, à l'aide d'une pince, les vaisseaux de l'une des circonvolutions du cerveau, ou de l'un des corps striés, ou de l'une des couches optiques, chez un vieillard âgé de soixante-dix à quatre-vingts ans, on peut facilement constater que parmi les artérioles et les veinules de ces différentes parties il en est quelques-unes qui sont encore saines. Mais sur d'autres on voit des granulations graisseuses, accumulées sur certains points et distribuées par groupes plus ou moins étendus. Pour étudier cette dégénérescence des vaisseaux intra-cérébraux, on les traitera par cette solution :

Acide chlorhydrique au 2000°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

En arrosant les artérioles et les veinules extraites de la substance blanche ou grise, on verra presque aussitôt apparaître les noyaux de leurs fibres musculaires. Sur les divisions artérielles, il n'existera que des noyaux transversaux; sur les ramuscules veineux, on verra des noyaux transversaux et des noyaux longitudinaux, ces derniers aussi volumineux, aussi apparents que les premiers (fig. 75, B).

En les examinant attentivement, on distinguera dans ces deux ordres de noyaux des granulations graisseuses, arrondies, disposées dans tous en séries rectilignes. Sur les points où la dégénérescence graisseuse est commençante, les noyaux seuls sont envahis (1). Sur ceux où elle est plus avancée, les granulations, devenues trop grosses ou trop nombreuses, s'échappent des noyaux, tombent à droite ou à

(1) Cette nouvelle série de faits vient confirmer l'opinion que nous avons émise sur l'évolution des cellules adipeuses dans lesquelles la graisse envahit simultanément le noyau et le protoplasme, dont elle prend la place.

gauche, remplissent les espaces qui séparent les fibres musculaires, s'infiltrent tout autour des points dégénérés, et forment ainsi des plaques arrondies, sans limites bien arrêtées.

Au centre de ces plaques sont disséminées des granulations plus grosses, résultant de la fusion des granulations voisines.

A l'aspect, à l'abondance, au mode de groupement de ces granulations graisseuses, on reconnaît aussitôt que les ramifications artérielles et veineuses, ainsi envahies sur certains points plus ou moins étendus, ont perdu une notable partie de leur résistance et même de toutes leurs propriétés. Sur ces points dégénérés elles tendent à s'affaiblir plus encore par les progrès de l'âge. Elles pourront alors devenir le siège d'une solution de continuité très limitée ou d'une déchirure suivie d'un épanchement sanguin plus ou moins grave.

Ces dégénérescences graisseuses se montrent peut-être aussi sur d'autres points de l'appareil circulatoire; mais elles ne sauraient entraîner des conséquences aussi graves, en sorte que leur étude a pu être négligée. Cependant elle serait aussi très digne d'intérêt.

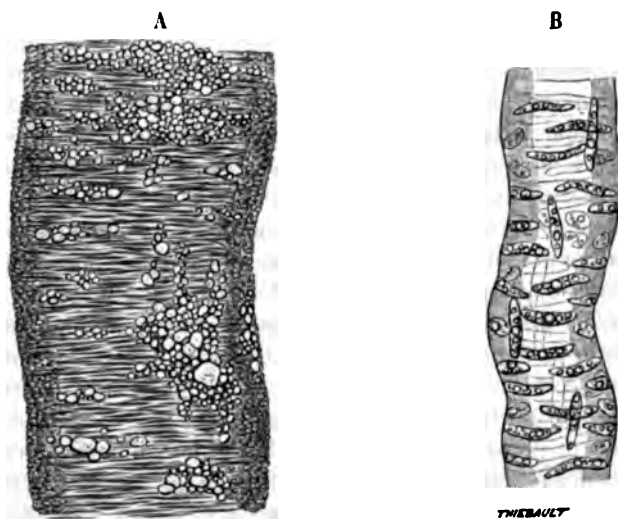


FIG. 75. — Dégénérescence graisseuse des veinules et des artérioles du centre nerveux.

A. *Veinule contenant de nombreuses granulations de graisse dans sa tunique musculaire.* — Sur quelques points les granulations sont encore isolées; sur les autres elles sont confluentes et forment des plaques de dimensions variables.

B. *Veinule plus petite, dont les fibres musculaires sont représentées seulement par leurs noyaux transversaux et longitudinaux.* — On voit que les uns et les autres sont envahis par des granulations disposées en séries rectilignes. C'est par ces noyaux que débute la dégénérescence graisseuse.

SYSTÈME CAPILLAIRE

Le système capillaire comprend tout cet ensemble de vaisseaux similaires qui s'étendent de la terminaison des artères à l'origine des veines et qui sont constitués par un prolongement de la tunique interne de ces vaisseaux.

Ce qui caractérise ce troisième ordre de vaisseaux, ce n'est pas leur calibre; car, s'ils sont en général plus petits que ceux avec lesquels ils se continuent, souvent aussi ils sont plus volumineux. Ils ont pour attribut distinctif l'absence de toute fibre musculaire; dès que ces fibres disparaissent sur les dernières divisions du système artériel, celles-ci appartiennent au système capillaire; dès qu'elles reparaissent sur les premières radicules du système veineux, ces radicules cessent de lui appartenir.

C'est donc en un mot la disparition et la réapparition des fibres lisses qui marquent les limites extrêmes du système capillaire. Tout ce qui s'étend de l'une à l'autre de ces deux limites fait partie de ce système qu'on retrouve presque partout, qui occupe dans l'économie une grande place et dont l'importance est considérable, puisque c'est au contact des vaisseaux qui le composent et par leur intermédiaire que s'opèrent les plus grandes fonctions de la vie organique.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME CAPILLAIRE

Le système capillaire n'est pas formé par un seul groupe de vaisseaux, mais par des groupes divers et souvent sans relation entre eux, qui diffèrent par leur situation, par leurs connexions, par leurs attributions, et en partie aussi par leur constitution.

A. Pluralité des systèmes capillaires. -- Le canal vasculaire à sang noir et le canal vasculaire à sang rouge se continuent à chacune de leurs extrémités; de là deux principaux systèmes, dont l'un se con-

centre dans les poumons, c'est le *système capillaire pulmonaire*, tandis que l'autre se dissémine dans toute l'économie, c'est le *système capillaire général*. Chacun de ces systèmes ramené à sa plus simple expression peut être considéré comme un lac possédant un canal afférent et un canal efférent. Les capillaires pulmonaires ont pour afférent le canal à sang noir et les capillaires généraux le canal à sang rouge. Les canaux efférents affectent une disposition inverse.

Leur origine est très différente. Les capillaires pulmonaires prennent naissance dans les cloisons qui s'unissent par leurs bords à la manière des alvéoles d'une ruche d'abeilles, et qui s'ouvrent au centre des infundibula. Ils se trouvent donc en rapport presque immédiat avec l'air qui remplit chacune de ces cavités terminales, et les deux liquides ainsi mis en présence peuvent agir et réagir l'un sur l'autre aussi facilement que si les capillaires pulmonaires s'épandaient à la surface du corps, comme chez quelques animaux inférieurs. Ici, ils se concentrent sur un point, la fonction est spécialisée et atteint son plus haut degré de perfection. Dans ces conditions, les échanges entre les deux fluides s'opèrent largement et instantanément, le sang cédant à l'air sa vapeur d'eau et son acide carbonique, l'air abandonnant au sang une partie de son oxygène. Ainsi s'accomplit dans les capillaires pulmonaires ce grand acte de l'épuration qui a pour conséquence la transformation du sang noir en sang rouge, et pour effet immédiat de restituer au sang toutes les propriétés nutritives qu'il avait perdues au contact de nos tissus.

Les capillaires généraux se répandent dans ces mêmes tissus dont ils représentent l'un des principaux éléments: ils entrent en contact intime avec les cellules qui les composent et échangent avec celles-ci quelques-uns des principes qu'ils contiennent, contre d'autres principes que les cellules leur abandonnent. Le plasma du sang leur cède une partie de son albumine et de sa fibrine; les globules rouges leur cèdent une partie de leur oxygène qui se combine avec le carbone et l'hydrogène pour former, d'une part, de l'acide carbonique, de l'autre des hydrates de carbone. De ces oxydations et de quelques autres se dégage une somme variable de calorique. Le système capillaire général préside donc à la nutrition de nos organes, à toutes les sécrétions et à la calorification.

Lavoisier, vers la fin du siècle dernier, pensait que les poumons sont le siège de cette dernière fonction. Pour lui, la chaleur partait des organes de la respiration pour se répandre dans toute l'économie par les mille ramifications du canal à sang rouge.

Cette opinion était à peine formulée que Bichat, dans son *Traité d'anatomie générale*, à peine commencé, se hâta de protester contre cette erreur avec la plus extrême énergie: « Le poumon est considéré

SYSTÈME CAPILLAIRE

Le système capillaire comprend tout cet ensemble de vaisseaux similaires qui s'étendent de la terminaison des artères à l'origine des veines et qui sont constitués par un prolongement de la tunique interne de ces vaisseaux.

Ce qui caractérise ce troisième ordre de vaisseaux, ce n'est pas leur calibre; car, s'ils sont en général plus petits que ceux avec lesquels ils se continuent, souvent aussi ils sont plus volumineux. Ils ont pour attribut distinctif l'absence de toute fibre musculaire; dès que ces fibres disparaissent sur les dernières divisions du système artériel, celles-ci appartiennent au système capillaire; dès qu'elles reparaissent sur les premières radicules du système veineux, ces radicules cessent de lui appartenir.

C'est donc en un mot la disparition et la réapparition des fibres lisses qui marquent les limites extrêmes du système capillaire. Tout ce qui s'étend de l'une à l'autre de ces deux limites fait partie de ce système qu'on retrouve presque partout, qui occupe dans l'économie une grande place et dont l'importance est considérable, puisque c'est au contact des vaisseaux qui le composent et par leur intermédiaire que s'opèrent les plus grandes fonctions de la vie organique.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME CAPILLAIRE

Le système capillaire n'est pas formé par un seul groupe de vaisseaux, mais par des groupes divers et souvent sans relation entre eux, qui diffèrent par leur situation, par leurs connexions, par leurs attributions, et en partie aussi par leur constitution.

A. Pluralité des systèmes capillaires. -- Le canal vasculaire à sang noir et le canal vasculaire à sang rouge se continuent à chacune de leurs extrémités; de là deux principaux systèmes, dont l'un se con-

centre dans les poumons, c'est le *système capillaire pulmonaire*, tandis que l'autre se dissémine dans toute l'économie, c'est le *système capillaire général*. Chacun de ces systèmes ramené à sa plus simple expression peut être considéré comme un lac possédant un canal afférent et un canal efférent. Les capillaires pulmonaires ont pour afférent le canal à sang noir et les capillaires généraux le canal à sang rouge. Les canaux efférents affectent une disposition inverse.

Leur origine est très différente. Les capillaires pulmonaires prennent naissance dans les cloisons qui s'unissent par leurs bords à la manière des alvéoles d'une ruche d'abeilles, et qui s'ouvrent au centre des infundibula. Ils se trouvent donc en rapport presque immédiat avec l'air qui remplit chacune de ces cavités terminales, et les deux liquides ainsi mis en présence peuvent agir et réagir l'un sur l'autre aussi facilement que si les capillaires pulmonaires s'épandaient à la surface du corps, comme chez quelques animaux inférieurs. Ici, ils se concentrent sur un point, la fonction est spécialisée et atteint son plus haut degré de perfection. Dans ces conditions, les échanges entre les deux fluides s'opèrent largement et instantanément, le sang cédant à l'air sa vapeur d'eau et son acide carbonique, l'air abandonnant au sang une partie de son oxygène. Ainsi s'accomplit dans les capillaires pulmonaires ce grand acte de l'épuration qui a pour conséquence la transformation du sang noir en sang rouge, et pour effet immédiat de restituer au sang toutes les propriétés nutritives qu'il avait perdues au contact de nos tissus.

Les capillaires généraux se répandent dans ces mêmes tissus dont ils représentent l'un des principaux éléments: ils entrent en contact intime avec les cellules qui les composent et échangent avec celles-ci quelques-uns des principes qu'ils contiennent, contre d'autres principes que les cellules leur abandonnent. Le plasma du sang leur cède une partie de son albumine et de sa fibrine; les globules rouges leur cèdent une partie de leur oxygène qui se combine avec le carbone et l'hydrogène pour former, d'une part, de l'acide carbonique, de l'autre des hydrates de carbone. De ces oxydations et de quelques autres se dégage une somme variable de calorique. Le système capillaire général préside donc à la nutrition de nos organes, à toutes les sécrétions et à la calorification.

Lavoisier, vers la fin du siècle dernier, pensait que les poumons sont le siège de cette dernière fonction. Pour lui, la chaleur partait des organes de la respiration pour se répandre dans toute l'économie par les mille ramifications du canal à sang rouge.

Cette opinion était à peine formulée que Bichat, dans son *Traité d'anatomie générale*, à peine commencé, se hâta de protester contre cette erreur avec la plus extrême énergie : « Le poumon est considéré

« par les chimistes modernes comme le foyer où se dégage le calorique. « et les artères comme des espèces de tuyaux de chaleur qui la répandent dans tout le corps. La production de ce grand phénomène appartient donc uniquement, selon eux, au système capillaire pulmonaire. Je crois au contraire, j'enseigne depuis que je fais des cours de physiologie, et je disais même avant d'en faire, que c'est dans le système capillaire général qu'il a son siège (1). » A cette protestation si formelle succède toute une longue série de brillantes considérations qui viennent la justifier. Depuis cette époque, déjà éloignée, la même question a été reprise par tous les chimistes, qui ont confirmé l'opinion du grand physiologiste.

Aux deux systèmes qui précèdent, viennent s'en joindre beaucoup d'autres, qui ont été passés sous silence et qui méritent cependant d'être aussi mentionnés. Tel est le *système capillaire hépatique*, qui a pour afférent le tronc de la veine porte, et pour efférent la veine cave inférieure. Cet important système a reçu pour attribution de recueillir le glycogène au moment où il se transforme en sucre, et de le répandre ensuite dans tout l'appareil circulatoire par son canal efférent. Ici, ce canal efférent est une veine; son canal afférent est aussi une veine. Soit qu'on considère ses capillaires, ou son canal d'entrée, ou son canal de sortie, ou ses attributions, il diffère donc beaucoup du système capillaire pulmonaire et du système capillaire général. Mais il s'en rapproche par l'importance de ses fonctions relatives aussi à la vie organique.

Autour du système capillaire hépatique s'en trouvent beaucoup d'autres, semblables, mais moins développés, que j'ai décrits sous le nom de *veines portes accessoires* (2). Il existe en effet sur la périphérie du foie et dans son épaisseur un très grand nombre de veinules, simples à leur partie moyenne, et ramifiées à leurs deux extrémités. Chacun de ces petits systèmes, que j'ai rattachés à cinq principaux groupes, a aussi pour canal d'entrée une veine, et pour canal de sortie une autre veine. Ils sont donc constitués sur le même type que le système principal dont ils partagent les attributions.

Toutes les artères d'un certain volume sont le siège d'une longue série de petits systèmes capillaires, dont j'ai pu récemment constater l'existence. Me proposant d'évaluer la résistance transversale de l'artère fémorale, je pris sur celle-ci un tronçon de 10 centimètres; j'en liai l'extrémité inférieure et j'adaptai à l'extrémité opposée l'ajutage d'un tube à injection lymphatique. Mon segment artériel

(1) *Traité d'anatomie générale*, 1830, t. II, p. 363.

(2) *Traité d'anatomie descriptive*, 4^e édition, t. IV, p. 313.

étant horizontalement couché sur une glace, je tournai le robinet du tube. Aussitôt je vis le mercure s'échapper par plusieurs artérioles que je n'avais pas aperçues. Je les liai; puis, ouvrant de nouveau le robinet, trois ou quatre autres artérioles m'apparurent, donnant également issue au métal. Après trois essais successifs, après avoir lié une dizaine d'artérioles presque microscopiques, je renonçais à poursuivre ma tentative, ayant acquis la conviction que d'autres fuites allaient encore se produire.

Je pus ainsi constater d'abord sur ce premier tronc et ensuite sur d'autres que les artères sont le siège de petits systèmes capillaires qui ont pour afférent une artériole partant de leur cavité et pour efférent une veinule se rendant dans le tronc veineux satellite ou toute autre veine voisine. Ces petits systèmes intra-pariétaux des artères sont les *vasa vasorum*, qu'on a considérés jusqu'à présent, avec Henle, comme provenant des artères voisines et non des troncs dans les parois desquels ils se ramifient. Mais ils viennent de ces troncs au moins le plus habituellement. Ces petits systèmes se continuent entre eux sur toute la longueur du canal à sang rouge, et relient le système capillaire général au système capillaire pulmonaire; car les artères et veines bronchiques, après avoir pénétré dans les poumons, se continuent par des capillaires qui communiquent avec les origines du canal à sang rouge.

A tous ces petits systèmes il serait facile d'en ajouter d'autres encore. Ainsi dans les glandes acineuses, chaque lobule a son système capillaire avec son canal afférent et son canal efférent; chaque villosité, chaque papille, etc., possède un système analogue.

B. Inégale capacité des systèmes capillaires. — Cette différence de capacité n'offre un réel intérêt que lorsqu'on compare les systèmes situés aux deux extrémités de l'appareil circulatoire; car les fonctions dévolues à chacun d'eux sont, sous quelques rapports au moins, diamétralement opposées, le système des capillaires généraux enlevant au sang certains principes qui lui sont nécessaires pour la nutrition, pour les sécrétions, pour la calorification, et le système des capillaires pulmonaires lui restituant ces principes; les uns, en un mot, transformant le sang rouge en sang noir, et les autres le sang noir en sang rouge. Une sorte d'équilibre doit donc s'établir entre ces deux ordres de phénomènes, pour assurer l'accomplissement régulier de toutes les grandes fonctions organiques.

Or il est évident que la capacité des deux systèmes est très inégale; et cependant, si on les compare l'un et l'autre à un lac, il importe, pour que les phénomènes qui s'accomplissent des deux côtés se contrebalancent, que chacun d'eux se maintienne à un niveau constant. C'est ainsi en effet que les choses se passent. La quantité totale du sang

s'élève de 5000 à 6000 grammes, en moyenne à 5500. Celle qui est projetée par le ventricule gauche vers les capillaires généraux varie d'après l'ensemble des évaluations de 160 à 180 grammes, et représente à peu près la 33^e partie de la masse totale; celle que le ventricule droit envoie aux capillaires pulmonaires est équivalente. Chacun des deux principaux systèmes de l'organisme reçoit donc à chaque systole ventriculaire une quantité de sang sensiblement égale.

Cette égalité de répartition fait disparaître l'inégalité de capacité et les phénomènes qui se passent d'un côté font équilibre à ceux qui se passent de l'autre, à la condition toutefois que le sang circulera plus rapidement dans le petit système que dans le système général. De cette inégale rapidité découlent deux avantages. Le sang traversant plus rapidement les poumons, l'hématose est presque instantanée; son passage à travers les capillaires généraux étant au contraire ralenti, les grands phénomènes dont ceux-ci sont le siège s'opèrent plus complètement.

C. Trajet, anastomoses, disposition relative des capillaires. — Le trajet que parcourent les capillaires de leur origine à leur terminaison est extrêmement variable. Sur quelques points ce trajet est très court; ainsi dans les papilles, et surtout dans celles qui n'offrent que de très minimes dimensions, on voit une anse dont le sommet est représenté par un capillaire de la plus extrême brièveté; sur les grosses papilles, les capillaires sont multiples, flexueux, plus larges, et déjà anastomosés. Sur les villosités ils sont plus développés encore.

Si, au lieu de les observer sur des parties saillantes de petit volume, on les poursuit sur certains organes, comme les petits tendons par exemple préalablement ramollis, dans lesquels les divisions artérielles et veineuses sont bien distinctes, on peut les étudier dans toutes leurs infinies variétés. C'est alors qu'il devient possible et même facile de constater que si les uns sont assez courts, la plupart sont remarquables par leur longueur, par leur trajet plus ou moins contourné, par les arcades qu'ils forment en se croisant, en se superposant de mille manières. Quelquefois, ils s'étalent; souvent ils s'enroulent et se présentent sous la forme de pelotons qui s'entassent sur certains points. Dans les préparations ainsi obtenues, c'est bien vainement qu'on tenterait de les décrire. Vus sur une autre préparation, c'est un autre tableau qui se présente, ce sont des dispositions différentes; c'est une autre description à faire, et qu'il faudrait refaire sur une troisième.

Pour cette étude, un grand nombre d'auteurs ont pensé et pensent encore que les injections sont utiles. On a obtenu, en perfectionnant les liquides injectés et les procédés d'injection, d'admirables résultats. Mais, avouons-le avec franchise, toutes les préparations de ce genre sont, en réalité, sans utilité. Sur aucune d'elles, on ne distingue le réseau

capillaire de ses afférents et de ses efférents; artérioles, veinules, capillaires, tout est confondu. Les injections si célèbres de Ruysch ne nous apprendraient rien; cessons de regretter la perte de son procédé. La science aujourd'hui est pourvue de moyens techniques bien supérieurs à ceux qui faisaient l'admiration de nos prédécesseurs. Tout liquide injecté dans les vaisseaux est non seulement inutile à l'étude, mais nuisible à l'observation. Ce sont les vaisseaux eux-mêmes qu'il faut mettre à découvert; alors on les voit avec les attributs qui leur sont propres; alors on distingue leurs fibres musculaires; alors on constate le moment précis où elles disparaissent, sur les artères, et celui non moins précis où elles reparaissent sur les premières veinules.

A l'aide des réactifs très dilués, il est facile d'observer les réseaux capillaires les plus simples, ceux par exemple qui occupent la substance grise ou blanche du cerveau et du cervelet, ceux de la moelle épinière, ceux du tissu conjonctif, ceux des cellules adipeuses, etc. Pour l'étude des réseaux capillaires plus compliqués la méthode des dissociations s'impose comme absolument nécessaire.

D. Indépendance des capillaires sanguins. — Les anciens anatomistes n'assignaient aucune limite précise aux réseaux capillaires. Ils faisaient partir de ces réseaux les conduits sécréteurs des glandes, les conduits de la sueur. Ils en faisaient naître les vaisseaux absorbants; ils admettaient même qu'ils communiquaient par des orifices avec la cavité des séreuses et les mailles du tissu conjonctif. Aucune de ces opinions ne repose sur des faits empruntés à l'observation. Elles ont été inspirées par des préoccupations spéculatives, par le désir d'expliquer certains phénomènes dont le mécanisme nous échappe.

Il est aujourd'hui démontré que les vaisseaux capillaires sont hermétiquement clos sur tout leur trajet et sur tous les points de leur contour; qu'ils ne communiquent qu'entre eux et avec les afférents dont ils tirent leur origine, et les efférents auxquels ils donnent naissance. Parmi toutes ces erreurs, il en est une qui a survécu plus longtemps que les autres. Après la ruine de celles-ci beaucoup d'anatomistes persistaient à admettre que les capillaires sanguins se continuent avec les lymphatiques. Nous savons actuellement que cette continuité est illusoire aussi; ces deux ordres de vaisseaux, bien qu'ils soient contigus et souvent superposés, restent absolument indépendants, ainsi que nous le constaterons plus loin.

Les parois des capillaires sanguins ne sont pas cependant dépourvues de toute porosité. Pendant la vie, dans certaines conditions physiologiques ou morbides, elles se laissent traverser par les globules blancs et même par les globules rouges. C'est à ce phénomène bien connu qu'on a donné le nom de *diapédèse*.

Sur des têtards, dont la longueur variait de 4 à 6 millimètres, j'ai pu observer, au microscope, en les endormant à l'aide du chloroforme, la circulation du sang, et j'ai pu voir aussi, au moment où l'animal est sur le point de succomber, des globules rouges s'engager dans les parois des capillaires, et les traverser successivement sur plusieurs points, de manière à former çà et là, en dehors des vaisseaux, de petits épanchements. Les globules ne traversent leurs parois que lentement, en sorte qu'on peut observer le phénomène dans tous ses détails. Une partie de leur contour adhère d'abord à la paroi, puis s'engage dans son épaisseur sans la dépasser; bientôt ils font une minime saillie en dehors. Cette saillie augmente peu à peu; et il arrive un moment où le globule prend la forme d'une besace dont les deux moitiés pendent chacune de leur côté. Le même phénomène continuant à progresser, la saillie externe devient de plus en plus grosse, et le globule, dans la dernière période de la diapédèse, s'échappe tout entier, en reprenant sa forme. Un grand nombre d'observateurs ont été témoins de faits semblables ou analogues. Ces faits ne sont donc pas contestables.

Cette sortie des globules nous étonnera moins si nous considérons que c'est à travers les mêmes porosités que s'opèrent tous les échanges sous l'influence des lois de l'osmose, et que parmi les principes continuellement échangés et se dirigeant des cellules vers les capillaires, et de ceux-ci vers les cellules, se trouvent des particules solides. Ajoutons que les globules en sortant s'effilent; ils se transforment en un simple filament; ce sont les molécules de ce filament qui sortent une à une: d'où la durée de la diapédèse.

CHAPITRE II

STRUCTURE DES CAPILLAIRES SANGUINS

Nous avons vu que ces capillaires sont formés par un prolongement de la tunique interne des vaisseaux afférents. On pourrait donc penser que tous ces vaisseaux se ressemblent, et que tous sont composés de deux couches, l'une externe, de nature élastique, et l'autre interne ou endothéliale.

Mais les vaisseaux afférents, après s'être dépouillés de leur tunique externe, puis de leur tunique moyenne, continuent à se simplifier de plus en plus. En passant du système artériel dans le système capillaire, la couche élastique de leur tunique interne s'atténue graduellement, puis semble disparaître, mais ne disparaît qu'en partie. Pour caracté-

riser les modifications qu'elle subit, on peut admettre trois ordres de capillaires : des capillaires artériels, des capillaires proprement dits que j'appellerai simplement capillaires, et des capillaires veineux. Ces trois ordres de capillaires ont pour caractère commun l'absence totale de fibres musculaires, et pour attribut distinctif l'inégal développement de leur couche élastique.

A. Capillaires artériels. -- Ils participent à la fois des dernières divisions artérielles et des capillaires. Comme ces dernières divisions ils possèdent une couche élastique; et comme ceux-ci ils n'en possèdent qu'une partie. L'étude du système élastique nous a démontré que ce système est formé de deux éléments bien distincts : d'une substance amorphe et de granules. De ces deux éléments, l'un est constant, c'est la substance amorphe; l'autre peut faire défaut. Lorsqu'ils se trouvent réunis et fusionnés, le tissu élastique prend la forme de fibres, et de lames ou lamelles. Lorsque les granules font défaut, la substance amorphe s'étale en couche hyaline et continue.

Ces détails rappelés, nous pouvons suivre les modifications que subit la couche élastique de la tunique interne en se prolongeant dans les capillaires artériels. Au moment où disparaissent les dernières fibres musculaires, on voit encore très bien les fibres élastiques de la tunique interne; on peut les suivre sur ces capillaires; mais elles deviennent de plus en plus déliées, et, après un trajet très variable, elles semblent disparaître aussi. Disparaissent-elles réellement? On peut conserver sur ce point quelques doutes, les capillaires se déchirant et ne pouvant être suivis que sur une partie de leur étendue. Mais on ne saurait contester que les fibres élastiques les accompagnent à leur point de départ et sur une longueur variable. Ce sont ces fibrilles comprenant dans leur structure les deux éléments du tissu élastique qui caractérisent les capillaires artériels.

Ces capillaires sont en général courts. Ils n'offrent qu'un très petit diamètre variant de 4 μ à 6 μ . Ils sont peu dilatables. Lorsqu'une série de globules s'engagent dans leur cavité, chez les animaux, à la suite d'une mort violente, ils se placent assez souvent çà et là, en travers, s'ajoutant les uns aux autres par leurs faces et s'appliquant aux parois des vaisseaux par leur circonférence. Cette résistance plus grande de leurs parois est évidemment due aux fibrilles qui contribuent à les former. Ils se rapprochent sous ce rapport des afférents auxquels ils succèdent (fig. 78, D).

B. Capillaires. — Sur ces vaisseaux les granules du tissu élastique ont disparu. Leur couche élastique n'est plus représentée que par la substance amorphe de ce tissu. Cette substance forme sur la face externe ou adhérente des cellules endothéliales une couche mince,

transparente et assez résistante, qui relie ces cellules, qui leur sert de moyen d'union et qui les fixe dans leur situation respective.

Cette couche amorphe, de nature élastique malgré sa transparence et son extrême minceur, ne peut être révoquée en doute. Son existence est attestée par les sels d'argent qui la colorent, qui dessinent en lignes noires le contour des cellules, lignes qui ont pu être considérées comme un ciment. Mais ce n'est pas seulement dans les intervalles qu'elle existe, elle s'étale sur toute leur face adhérente; c'est une véritable membrane qu'elle constitue en se superposant à la couche endothéliale. Sa présence en dehors et autour de celle-ci est accusée aussi par le nitrate d'argent, qui la colorerait aussi sur toute sa surface, si, par un artifice de préparation, on ne se hâtait de suspendre son contact avec la solution colorante aussitôt que sa partie linéaire ou intercellulaire a été suffisamment colorée.

Les capillaires sont donc formés d'une couche externe, amorphe et hyaline, de nature élastique, et d'une couche interne, transparente aussi, composée de cellules. Celles-ci sont remarquables par leurs noyaux, toujours très apparents, en général ovoïdes et d'aspect granuleux. Sur les plus petits capillaires dont le diamètre ne dépasse pas 3 à 4 μ , les noyaux sont très espacés et les cellules par conséquent très

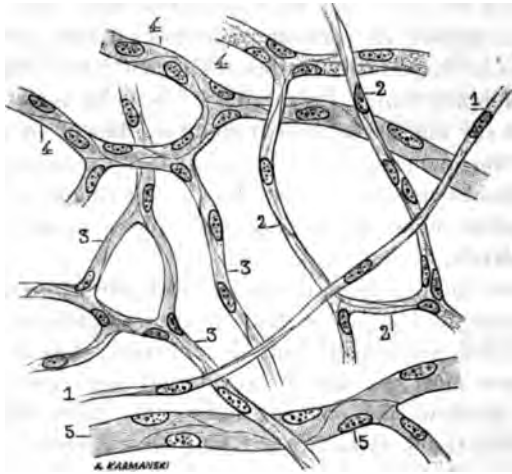


FIG. 76. — Capillaires des circonvolutions cérébrales.

1, 1, capillaire de la plus extrême ténuité, 4 μ . Sur ses parois existent trois noyaux ovoïdes, séparés les uns des autres par de longs intervalles que remplit le protoplasme qui les entoure; deux cellules suffisent pour tapisser les parois de la couche élastique amorphe qui les relie entre elles. — 2, 2, deux capillaires un peu moins déliés que le précédent. — 3, 3, capillaires un peu plus gros. — 4, 4, capillaires plus gros encore dont les noyaux sont plus rapprochés. — 5, 5, capillaires dont le calibre surpasse celui de tous ceux qui précèdent.

longues. Au niveau des anastomoses il en existe souvent deux, plus rarement trois qui se trouvent alors assez rapprochées.

Les cellules endothéliales sur les gros capillaires sont courtes; leurs deux diamètres diffèrent souvent à peine. Mais, à mesure que les capillaires se rétrécissent, elles s'allongent de plus en plus, en prenant la forme de losanges très effilés à bord un peu sinueux. Leurs noyaux sont alors très éloignés. Deux cellules suffisent pour recouvrir sur le point qu'elles occupent toute la surface interne du capillaire.

Les capillaires ainsi constitués sont plus ou moins dilatables. Ils diffèrent beaucoup à cet égard des capillaires artériels. Leur largeur est si variable qu'elle ne saurait être déterminée. Leur diamètre est souvent plus petit que celui des globules sanguins. Il est fréquent d'en rencontrer qui sont absolument vides; et l'on pourrait croire, en les voyant, qu'ils ne donnent passage qu'au plasma du sang; mais, comme ils se laissent facilement dilater, il est probable que pendant la vie ils donnent aussi passage aux globules rouges et même aux globules blancs, lesquels d'ailleurs sont mous et s'effilent lorsqu'ils trouvent un obstacle sur leur route.

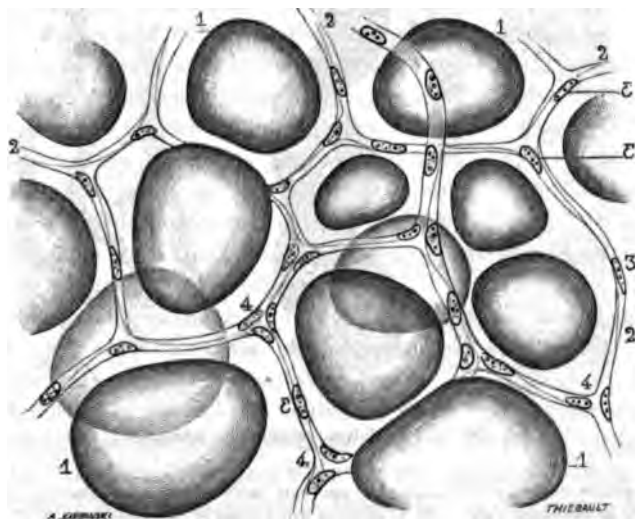


FIG. 77. — Capillaires du système adipeux.

1, 1, 1, cellules adipeuses. — 2, 2, 2, capillaires formés de simples cellules unies entre elles par la substance amorphe élastique qui recouvre leur face externe et qui occupe aussi leurs intervalles. — 3, 3, 3, noyaux de ces cellules. — 4, 4, noyaux, s'élevant au nombre de deux ou trois, au niveau des angles résultant de l'anastomose des capillaires.

C. Capillaires veineux. — De même que les capillaires artériels à leur terminaison se confondent insensiblement avec ceux qui les continuent, de même aussi les capillaires veineux à leur origine ne se distinguent pas de ces derniers; mais, à mesure qu'ils s'en éloignent, on voit reparaître sur leur trajet les fibrilles élastiques dont le système capillaire est dépourvu sur la plus grande partie de son étendue. Elles sont aussi extrêmement ténues, puis deviennent peu à peu plus distinctes en remontant vers les premières radicules veineuses. Elles sont pâles, sans anastomoses, plus ou moins rectilignes, et reliées entre elles seulement par la substance amorphe qui occupe et remplit leurs intervalles.

Au-dessous de cette première enveloppe se trouve la couche des cellules endothéliales qu'elle a aussi pour attribution principale de consolider.

Ces cellules, d'autant plus longues que les capillaires sont plus étroits, se reconnaissent facilement à leurs noyaux. Ceux-ci, ovoïdes

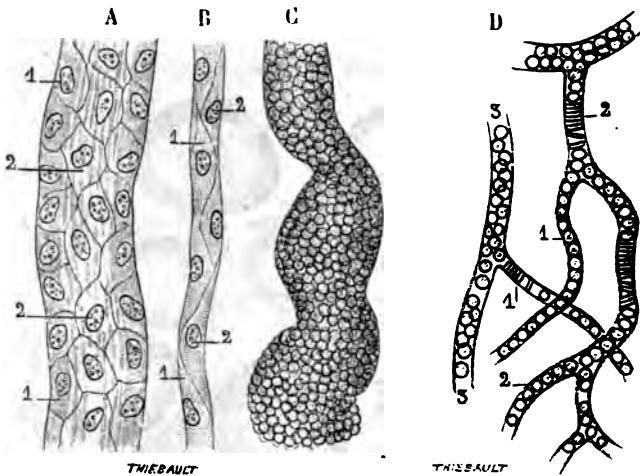


FIG. 78. — Capillaires veineux et artériels.

A. Capillaire veineux remarquable par son calibre très supérieur à celui des capillaires proprement dits. — 1, 1, cellules qui tapissent ses parois. — 2, 2, vestige des fibrilles de la couche élastique.

B. Capillaire plus petit sur lequel ces fibrilles ont disparu.

C. Capillaire veineux rempli de sang et inégalement dilaté.

D. Capillaire artériel rempli aussi de globules sanguins. — 1, gros capillaire artériel. — 2, 2, capillaire plus petit, qui part du précédent et dans lequel on voit les globules se placer transversalement sur deux points assez rapprochés et se juxtaposer par leurs faces. — 3, 3, autre capillaire sur lequel quelques globules prennent une disposition semblable.

et granuleux, tout saillie dans la cavité des capillaires. Le protoplasme qui les entoure présente une pâleur qui souvent le dérobe à la vue. Cependant en faisant usage des réactifs très dilués que j'ai mentionnés, j'ai pu voir dans son épaisseur de fines granulations, assez apparentes pour en dessiner les contours. Sur les capillaires dont le diamètre se réduit à 3, 4 ou 5 μ , deux cellules suffisent pour en tapisser les parois. Sur les tubes plus larges leur nombre augmente et les noyaux se rapprochent. Toutes ces cellules ont pour caractère commun leur forme très aplatie, d'où la saillie des noyaux sur leur face libre.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DES CAPILLAIRES

Bien que les trois ordres de capillaires offrent une grande analogie, chacun d'eux cependant possède des propriétés qui lui sont propres et qui méritent d'être mentionnées.

A. Propriétés physiques. — Les capillaires artériels l'emportent sur tous les autres par leur résistance plus grande, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal. Les capillaires veineux, beaucoup plus larges, se laissent encore allonger et aussi très facilement dilater; ils ne possèdent donc qu'une faible résistance et contrastent sous ce rapport avec les précédents. Les capillaires moyens ou intermédiaires sont moins résistants et plus dilatables que les premiers, plus résistants et moins dilatables que les seconds. La résistance en un mot est une propriété qui s'affaiblit à mesure que le système capillaire se prolonge de son origine à sa terminaison.

Ces considérations s'appliquent à leur élasticité. Les capillaires artériels sont plus résistants, parce qu'ils sont plus élastiques. Moins résistants, les capillaires veineux se dilatent plus facilement. Lorsqu'ils se dilatent ainsi par voie de réplétion, ils deviennent souvent sinueux et prennent même quelquefois un aspect variqueux. Sous tous ces points de vue ils se distinguent beaucoup des capillaires artériels, qui ont au contraire pour attributs leur petitesse et la régularité de leur calibre.

B. Propriétés physiologiques. — Tous les auteurs ont parlé et parlent encore de la contractilité des capillaires. La plupart leur accordent cette propriété; les autres ne la mentionnent qu'en termes vagues. Ces vaisseaux, étant dépourvus de fibres musculaires, sont évidemment dépourvus aussi de contractilité. On peut dire de leurs parois ce que nous avons dit précédemment du tissu conjonctif, souvent

aussi considéré comme contractile. Nous avons fait remarquer que cette apparente contractilité doit être rapportée à ses fibres élastiques. Il en est de même des capillaires; leur apparente contractilité doit être considérée aussi comme un simple phénomène d'élasticité; ce n'est pas une propriété vitale, mais un phénomène physique.

Parmi les propriétés inhérentes aux capillaires, la plus remarquable et la plus importante sans contredit se rattache à la perméabilité de leurs parois. Elles sont si perméables qu'en réalité elles semblent ne pas exister pour les liquides, mais seulement pour les globules qu'elles ont pour destination de contenir et de diriger dans leur trajet. Le plasma sanguin sous l'influence des lois de l'osmose peut donc en sortir librement pour se porter vers les cellules, et les principes émanés de celles-ci pénétrer librement aussi dans leur cavité. Il suit de cette perméabilité si complète que les échanges relatifs à la nutrition, aux sécrétions et à la calorification s'accomplissent avec régularité; rien ne vient en interrompre la continuité.

Pendant qu'un mouvement rapide emporte et dissémine de tous côtés le contenu des vaisseaux, d'autres mouvements s'opèrent autour de leurs parois, non moins rapides, non moins continus, en sorte que tout s'agite au dedans et autour de chacun d'eux. Tel est le mode de vitalité de ce grand système, qui représente sans contredit l'un des plus importants de l'économie et qu'on peut considérer comme le foyer principal de la vie organique.

CHAPITRE IV

DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL VASCULAIRE

Les vaisseaux sanguins parvenus au terme de leur complet développement comprennent cinq couches. En procédant de dedans en dehors, ces cinq couches se succèdent dans l'ordre suivant : une couche celluleuse ou endothéliale, une couche élastique superposée et intimement adhérente à celle-ci; une couche musculaire formant la tunique moyenne; une couche élastique embrassant cette tunique; et une couche externe ou adventice.

Pour nous rendre compte du mode d'évolution qui préside à la formation de chacune d'elles, il importe de rappeler brièvement que le tissu élastique et le tissu conjonctif sont des produits d'exsudation des cellules qu'ils entourent. Le point de départ de ces deux tissus, et les processus que suit chacun d'eux au moment où il se constitue, sont suffisamment exposés dans la description qui les concerne;

et granuleux, tout saillie dans la cavité des capillaires. Le protoplasme qui les entoure présente une pâleur qui souvent le dérobe à la vue. Cependant en faisant usage des réactifs très dilués que j'ai mentionnés, j'ai pu voir dans son épaisseur de fines granulations, assez apparentes pour en dessiner les contours. Sur les capillaires dont le diamètre se réduit à 3, 4 ou 5 μ , deux cellules suffisent pour en tapisser les parois. Sur les tubes plus larges leur nombre augmente et les noyaux se rapprochent. Toutes ces cellules ont pour caractère commun leur forme très aplatie, d'où la saillie des noyaux sur leur face libre.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DES CAPILLAIRES

Bien que les trois ordres de capillaires offrent une grande analogie, chacun d'eux cependant possède des propriétés qui lui sont propres et qui méritent d'être mentionnées.

A. Propriétés physiques. — Les capillaires artériels l'emportent sur tous les autres par leur résistance plus grande, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal. Les capillaires veineux, beaucoup plus larges, se laissent encore allonger et aussi très facilement dilater; ils ne possèdent donc qu'une faible résistance et contrastent sous ce rapport avec les précédents. Les capillaires moyens ou intermédiaires sont moins résistants et plus dilatables que les premiers, plus résistants et moins dilatables que les seconds. La résistance en un mot est une propriété qui s'affaiblit à mesure que le système capillaire se prolonge de son origine à sa terminaison.

Ces considérations s'appliquent à leur élasticité. Les capillaires artériels sont plus résistants, parce qu'ils sont plus élastiques. Moins résistants, les capillaires veineux se dilatent plus facilement. Lorsqu'ils se dilatent ainsi par voie de réplétion, ils deviennent souvent sinueux et prennent même quelquefois un aspect variqueux. Sous tous ces points de vue ils se distinguent beaucoup des capillaires artériels, qui ont au contraire pour attributs leur petitesse et la régularité de leur calibre.

B. Propriétés physiologiques. — Tous les auteurs ont parlé et parlent encore de la contractilité des capillaires. La plupart leur accordent cette propriété; les autres ne la mentionnent qu'en termes vagues. Ces vaisseaux, étant dépourvus de fibres musculaires, sont évidemment dépourvus aussi de contractilité. On peut dire de leurs parois ce que nous avons dit précédemment du tissu conjonctif, souvent

aussi considéré comme contractile. Nous avons fait remarquer que cette apparente contractilité doit être rapportée à ses fibres élastiques. Il en est de même des capillaires; leur apparente contractilité doit être considérée aussi comme un simple phénomène d'élasticité; ce n'est pas une propriété vitale, mais un phénomène physique.

Parmi les propriétés inhérentes aux capillaires, la plus remarquable et la plus importante sans contredit se rattache à la perméabilité de leurs parois. Elles sont si perméables qu'en réalité elles semblent ne pas exister pour les liquides, mais seulement pour les globules qu'elles ont pour destination de contenir et de diriger dans leur trajet. Le plasma sanguin sous l'influence des lois de l'osmose peut donc en sortir librement pour se porter vers les cellules, et les principes émanés de celles-ci pénétrer librement aussi dans leur cavité. Il suit de cette perméabilité si complète que les échanges relatifs à la nutrition, aux sécrétions et à la calorification s'accomplissent avec régularité; rien ne vient en interrompre la continuité.

Pendant qu'un mouvement rapide emporte et dissémine de tous côtés le contenu des vaisseaux, d'autres mouvements s'opèrent autour de leurs parois, non moins rapides, non moins continus, en sorte que tout s'agite au dedans et autour de chacun d'eux. Tel est le mode de vitalité de ce grand système, qui représente sans contredit l'un des plus importants de l'économie et qu'on peut considérer comme le foyer principal de la vie organique.

CHAPITRE IV

DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL VASCULAIRE

Les vaisseaux sanguins parvenus au terme de leur complet développement comprennent cinq couches. En procédant de dedans en dehors, ces cinq couches se succèdent dans l'ordre suivant : une couche celluleuse ou endothéliale, une couche élastique superposée et intimement adhérente à celle-ci; une couche musculaire formant la tunique moyenne; une couche élastique embrassant cette tunique; et une couche externe ou adventice.

Pour nous rendre compte du mode d'évolution qui préside à la formation de chacune d'elles, il importe de rappeler brièvement que le tissu élastique et le tissu conjonctif sont des produits d'exsudation des cellules qu'ils entourent. Le point de départ de ces deux tissus, et le processus que suit chacun d'eux au moment où il se constitue ont été suffisamment exposés dans la description qui les concerne, pour qu'il

ne soit pas nécessaire de revenir ici sur leur origine. Les faits qui démontrent cette origine ne sont pas contestables; l'observation permet facilement de les vérifier.

Ces faits étant rappelés et bien connus, voyons comment se développe chacune de nos cinq couches.

La première, ou couche interne, couche endothéliale, se forme chez le poulet au deuxième et troisième jour de l'incubation, dans l'aire vasculaire opaque, aux dépens des cellules sanguines qui sont alors de deux ordres. Les unes, d'un rouge jaunâtre, distribuées par groupes ou par îlots, formeront les globules sanguins, alors nettement pourvus de leur noyau. Les autres, de couleur blanche, donneront naissance à la couche endothéliale, en s'aplatissant, se juxtaposant et se disposant en couche continue. Ce qui se passe chez les oiseaux au début de l'incubation se produit aussi chez les autres vertébrés.

La seconde couche, ou couche élastique longitudinale, se constitue aux dépens de la substance amorphe provenant des cellules précédentes. Sur la plus grande partie de l'étendue des capillaires, elle n'est pas encore fibroïde; mais en se rapprochant des vaisseaux afférents et des vaisseaux efférents, à la substance amorphe ne tardent pas à se joindre des granules. Ceux-ci se mêlant, s'associant à la substance amorphe, on voit apparaître les premières fibrilles élastiques, parallèles et longitudinales, qui s'accusent bientôt plus nettement, par leur volume et leur nombre. En passant des capillaires aux artères et aux veines, ces fibrilles, devenues plus grosses, commencent à s'anastomoser; puis les anastomoses et les fibres se multipliant de plus en plus, la couche élastique longitudinale et la tunique interne achèvent de prendre les caractères qui leur sont propres, sur toute l'étendue de l'appareil circulatoire.

La troisième couche ou couche moyenne, tunique moyenne, procède comme la précédente dans son développement. En dehors des cellules aux dépens desquelles s'est formée la tunique interne, d'autres cellules blanches de l'aire vasculaire se superposent aux précédentes et les entourent de toutes parts. Elles se différencient en s'allongeant transversalement, passent à l'état de fibres musculaires lisses, se multiplient par voie de bipartition, et forment ainsi une couche de plus en plus épaisse. Pendant qu'elles se développent, elles laissent échapper aussi de leur protoplasme une substance amorphe et des granules qui se fusionnent et qui produisent le tissu élastique fenêtré. Ce tissu, émanant des cellules, les sépare, leur fournit un point d'attache, et se trouve alors partout en connexion intime avec celles-ci.

La quatrième couche ou couche élastique transversale et rétiforme, dont j'ai attribué la découverte à Luigi (de Palerme), a été vue et décrite avant cet auteur par Henle qui en a bien exposé les principaux

caractères (1). Cette quatrième couche, comme le tissu élastique fenêtré, procède des cellules musculaires sur lesquelles elle repose. C'est aussi à la substance amorphe granulée s'épanchant autour de ces cellules qu'elle doit son existence, d'où la communauté de direction de ces deux ordres de fibres.

Enfin la cinquième couche, ou couche adventice, couche superficielle de la tunique externe, dérive d'un troisième groupe de cellules provenant aussi de l'aire vasculaire. De cette troisième et dernière couche émane également une substance amorphe granulée aux dépens de laquelle se forment les fibres élastiques et les faisceaux conjonctifs qui la composent.

Ainsi trois couches concentriques de cellules se superposent pour former l'appareil vasculaire. Afin de compléter cet appareil, elles élaborent et répandent autour d'elles quatre couches de tissu élastique, qui les unissent et les soudent de la manière la plus intime.

Comment s'accroissent ces couches alternatives de cellules et de tissu élastique ? Les cellules comme toutes les autres se multiplient par voie de bipartition ; c'est ainsi que l'aorte du cheval peut atteindre 8 millimètres d'épaisseur, et celle de la baleine jusqu'à 8 centimètres. Plus le nombre des cellules augmente, plus aussi les produits exsudés de leur périphérie s'étendent dans le sens transversal et dans le sens longitudinal.

Ce processus paraîtra sans doute un peu spéculatif à quelques auteurs ; beaucoup d'entre eux peut-être le considéreront comme une simple théorie de l'évolution des vaisseaux. Il n'est cependant que l'application des faits connus et exposés au début de cet ouvrage, faits sérieusement constatés et que tout observateur pourra contrôler en se conformant aux procédés précédemment décrits.

Ces faits nous montrent combien le développement de l'appareil circulatoire, encore si imparfaitement connu, est simple cependant, lorsqu'on fait appel aux lois qui président à l'évolution de nos organes, depuis leur apparition jusqu'au terme de leur croissance. Elles viennent confirmer cette donnée principale, déjà plusieurs fois énoncée, que la cellule en définitive est le seul élément de l'organisme ; que tous les autres, et les substances amorphes en particulier, en sont des dérivés, des produits, de simples dépendances et qu'ils doivent leur être rattachés comme autant d'annexes, utiles à chacune d'elles pour le rôle qu'elle remplit et parfois même si nécessaire que l'annexe l'emporte par ses attributions sur l'organe producteur, ce qui a lieu pour les os, pour les cartilages, etc., etc.

(1) Henle, *Traité d'Anatomie générale*, 1843, t. II, p. 33 et 37.

SYSTÈME LYMPHATIQUE

Nous avons vu que le système capillaire est un attribut commun à presque tous les organes. Il n'en est pas ainsi du système lymphatique. Bien que ses limites soient très étendues, certaines parties assez nombreuses de l'organisme n'en présentent aucune trace.

Parmi celles-ci je dois plus particulièrement mentionner le système nerveux dans son intégralité, le système conjonctif, le système fibreux, à l'exception du centre phrénique du diaphragme, le système artériel, le système veineux, le système osseux, les systèmes cartilagineux et fibro-cartilagineux, le système adipeux, le système élastique, et certains organes, comme le globe de l'œil.

Les parties sur lesquelles le système lymphatique semble s'étaler avec une sorte de prédilection sont les membranes tégumentaires, la peau et les muqueuses. Sur le même rang on peut mettre les principales glandes de l'économie qui se continuent avec ces membranes par leur conduit excréteur, c'est-à-dire la mamelle, l'ovaire, le testicule, le foie. Au second plan viendraient se placer le système musculaire à fibres lisses: la tunique musculaire de l'estomac, celle du tube intestinal, celle de l'utérus et des cornes utérines chez les mammifères, sont surtout remarquables par les innombrables radicules lymphatiques auxquelles elles donnent naissance.

Dans le trajet qu'ils parcourent de leur origine à leur terminaison les vaisseaux lymphatiques rencontrent des organes dans lesquels ils pénètrent et se ramifient. Ces organes ou *ganglions lymphatiques* sont nombreux; ils possèdent une structure qui a particulièrement fixé l'attention des histologistes et sur laquelle nous ne possédons encore que des notions bien incomplètes.

L'étude du système lymphatique comprend donc deux parties principales et très différentes: les vaisseaux proprement dits, et les ganglions échelonnés sur leur trajet.

CHAPITRE PREMIER

DES VAISSEAUX LYMPHATIQUES

Ces vaisseaux par l'ensemble de leurs caractères se distinguent considérablement de tous les autres. Ils n'existent pas dans le règne végétal. Chez les animaux c'est en vain qu'on les cherche dans une foule d'organes. Ils sont si déliés et si transparents qu'ils se dérobent à la vue. Ils sont doués d'une telle élasticité que, si on les pique avec la pointe d'une aiguille, ils se vident et prennent la ténuité d'un fil d'araignée.

Leur origine est si obscure qu'il m'a fallu trente ans d'études persévérantes pour la découvrir ; et actuellement encore je reste à peu près le seul observateur qui en possède une réelle connaissance. La place qu'ils tiennent dans l'économie est presque nulle, et cependant ils remplissent des fonctions importantes. Ils s'enflamment comme une trainée de poudre et deviennent le point de départ de maladies si fréquentes et si graves que celles-ci leur assignent un rang élevé dans nos cadres nosologiques.

Leur étude mérite donc de fixer toute notre attention. Les faits et considérations qui s'y rattachent sont relatifs à leur morphologie, à leur origine, à leur structure, à leurs propriétés, à leur développement.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DES VAISSEAUX LYMPHATIQUES.

Envisagés sous ce premier point de vue, les vaisseaux lymphatiques se divisent en trois ordres : les *afférents*, les *efférents*, et les troncs par lesquels ils viennent s'ouvrir dans le canal à sang noir.

Les afférents s'étendent depuis leur origine jusqu'aux premiers ganglions qu'ils rencontrent.

Les efférents se portent de ganglions en ganglions jusqu'au canal thoracique et à la grande veine lymphatique, qui recueillent la lymphe venue des diverses parties du corps, et qui la versent dans les veines sous-clavières et jugulaires internes.

A. Vaisseaux afférents. — Ils nous offrent à considérer leur situation, leur direction et leurs rapports, leur forme, leurs anastomoses.

a. Situation, rapports. — Les vaisseaux afférents se divisent en deux principaux groupes : ceux des extrémités et ceux du tronc ; et chacun de ces deux groupes se partage en deux groupes secondaires, les uns superficiels, les autres profonds.

Les vaisseaux superficiels des membres et de la tête rampent sous la peau, d'où le nom de *lymphatiques sous-cutanés* sous lequel ils sont souvent désignés. Ils ne répondent pas cependant à la face profonde du derme, mais cheminent dans l'épaisseur du pannicule adipeux. Dans le long trajet qu'ils parcourent, ils se trouvent en rapport avec les veines qu'ils accompagnent, répondant tantôt à leur face cutanée, tantôt à leur face profonde, s'en rapprochant ou s'en éloignant et les croisant obliquement sur certains points. Dans ce long trajet, leur calibre varie à peine; très délié à leur point de départ, il reste très grêle encore au niveau de leur terminaison. Ils sont à peu près parallèles; mais ils prennent une direction convergente à leur partie terminale pour se rendre, ceux du membre abdominal dans les ganglions du pli de l'aîne, ceux du membre thoracique dans les ganglions de l'aisselle, ceux de la tête dans les ganglions du cou.

Les afférents profonds, beaucoup moins nombreux, occupent les espaces intermusculaires, suivent aussi le trajet des veines et vont se jeter dans les mêmes ganglions que les afférents superficiels.

Les afférents du tronc naissent des viscères. Autant d'organes, autant de groupes différents et en général indépendants. Les superficiels se voient au-dessous des séreuses, auxquelles ils adhèrent d'une manière si intime, que beaucoup d'auteurs les ont considérés comme provenant de ces membranes. Ils se montrent en grand nombre sous la séreuse pulmonaire, sous la séreuse des ventricules, sous la tunique péritonéale de l'estomac, des intestins, du foie, des testicules, etc., et se jettent dans les ganglions occupant le hile de ces organes ou dans des ganglions plus éloignés.

Les afférents profonds des viscères répondent aux membranes muqueuses, lorsque ceux-ci sont creux, et aux veines de ces organes lorsqu'ils sont pleins. Parmi les premiers nous trouvons ceux du tube digestif, et parmi les seconds ceux du foie, de la rate, de l'ovaire, du rein, etc. Ces afférents profonds se terminent en général dans les mêmes ganglions que les superficiels.

b. *Forme. Valvules.* — Qu'ils appartiennent aux extrémités ou au tronc, qu'ils soient superficiels ou profonds, tous les vaisseaux lymphatiques offrent le même mode de conformation. Vus par leur face externe, ils se renflent de distance en distance; et ces renflements, très rapprochés, sont séparés par des étranglements circulaires d'autant plus apparents que leur calibre est plus dilaté.

Chaque renflement comprend deux moitiés, ou culs-de-sac, dus à la dépression de leurs parois. A chacun de ceux-ci répondent intérieurement une cavité et une valvule.

Les deux valvules du même renflement en se juxtaposant par leur

bord libre ferment complètement la lumière des vaisseaux au moment où la lymphe tend à refluer vers leur origine, d'où l'impossibilité de les injecter contrairement au cours de la lymphe.

Pour les mettre en évidence, on peut les remplir avec une solution de gélatine, qui, injectée dans les artères, pénètre dans leur cavité par voie de diffusion, comme elle pénètre dans les mailles du tissu conjonctif et dans la trame de tous nos tissus. Tel était le procédé de Mascagni. Aujourd'hui, en piquant avec la pointe d'un tube à injections lymphatique les réseaux d'origine, nous arrivons au même résultat avec plus de facilité et nous obtenons des injections plus complètes et plus instructives.

Si nous passons de la forme extérieure à la forme intérieure des vaisseaux lymphatiques, nous rencontrons une disposition inverse. A chaque renflement correspondent deux cavités et deux replis valvulaires dont le bord libre, concave, est tourné vers leur partie terminale.

Ces valvules sont d'autant plus rapprochées que les vaisseaux sont plus petits. A leur point de départ elles ne restent séparées que par un très minime intervalle, un ou deux millimètres. A mesure qu'ils s'éloignent de leur origine, leur calibre augmentant un peu, les valvules s'espacent davantage. En examinant les renflements qui leur correspondent, on les voit se succéder à des intervalles de trois, quatre, cinq millimètres, lesquels équivalent en général à un centimètre au voisinage des ganglions. Leur nombre total sur les membres inférieurs s'élève à une centaine, en négligeant celles qui occupent les simples radicales; il se réduit à soixante ou quatre-vingts sur les membres thoraciques et plus encore pour ceux de la tête. Les afférents profonds sont très riches aussi en valvules, qui restent en général un peu plus espacées.

c. *Anastomoses.* — Dans leur trajet les vaisseaux afférents s'unissent si fréquemment que, sur un grand nombre d'organes, ils s'offrent à nous sous l'aspect d'un réseau dont les mailles sont à la fois juxtaposées et superposées. Telle est leur disposition à la surface des viscères; telle celle aussi qu'ils présentent sur les membranes tégumentaires. Mais sur la peau et les muqueuses on voit bientôt quelques radicales naître de ce réseau et se réunir pour former un ou plusieurs troncs. Ceux-ci, en marchant vers les ganglions, ne restent pas isolés. De distance en distance, ils s'envoient des troncules par lesquels ils communiquent. Ces anastomoses sont encore assez nombreuses pour qu'en injectant sur le pied ou sur la main deux ou trois troncs, on puisse les remplir tous jusqu'à leur terminaison.

Une différence importante sépare, à cet égard, les veines et les afférents. Sur les membres, les veines profondes et superficielles s'unissent par des anastomoses de calibres divers, mais très nom-

breuses. Les lymphatiques superficiels et profonds ne s'unissent pas; ils restent absolument indépendants dans toute l'étendue de leur trajet, en sorte que les phlegmasies qui portent sur ceux du premier plan ne se propagent pas à ceux du second. Mais il n'en est pas ainsi pour les veines. Dans chaque membre, les deux plans se relient l'un à l'autre par de nombreuses anastomoses.

B. Vaisseaux efférents. — Les ganglions étant situés sur la périphérie du tronc et dans sa cavité, c'est à cette partie centrale du corps que les efférents appartiennent presque tous.

Cependant ce fait général comporte quelques exceptions. Ainsi il existe plusieurs ganglions dans le creux poplité; il en existe un ou deux au-dessus de l'épitrochlée et un certain nombre sur le trajet des vaisseaux de l'avant-bras et du bras. Sur la face et sur toute la longueur du cou, ils se montrent en grand nombre et parfois sous la forme de chapelet.

Néanmoins, la cavité du tronc en est évidemment le siège principal. C'est donc dans cette cavité que se concentrent la plupart des vaisseaux afférents.

Ces vaisseaux se montrent sous deux formes : sous la forme de plexus et sous la forme de conduits indépendants. Ils affectent la première disposition au pli de l'aîne, dans le creux de l'aisselle, autour des gros vaisseaux du cou. Dans ces régions, on les voit s'anastomoser à leur sortie des ganglions et former de véritables plexus dont les ganglions occupent les principales mailles. Parvenus dans le tronc, ils rampent sur les grosses veines, les entourent de leurs anastomoses, puis rencontrent de nouveaux ganglions et reprennent leur disposition plexiforme.

Ceux qui viennent des viscères sont d'abord solitaires; mais après un court trajet ils cheminent aussi de ganglions en ganglions et se comportent comme les précédents.

Ces vaisseaux sont en général un peu plus volumineux que les afférents. A mesure qu'ils se rapprochent du canal thoracique, ils augmentent encore de volume. Dans cette partie terminale de leur trajet, quelques-uns acquièrent un volume considérable. En se fusionnant, ils donnent naissance au canal dont ils constituent les racines.

Comparés aux afférents, ils sont notablement plus courts. Comme ceux-ci, ils sont aussi alternativement renflés, puis étranglés de distance en distance. Mais les étranglements sont un peu plus espacés; leurs valvules, en d'autres termes, sont moins rapprochées et moins nombreuses. Accouplées aussi deux par deux, elles ferment complètement la cavité des vaisseaux, en sorte que toute injection contraire au cours de la lymphe est ici également impossible. Mais on les injecte

facilement et instantanément en piquant les ganglions avec la pointe du tube à injection lymphatique.

Comme les vaisseaux afférents, ils sont entourés par une couche cellulo-adipeuse qui leur est commune et qui relie entre eux tous ceux du même groupe.

Cœurs lymphatiques de la raie. — Aux renflements échelonnés sur le trajet des vaisseaux lymphatiques de tous les autres vertébrés se substituent chez la raie des saillies, beaucoup plus prononcées et d'une tout autre nature : ce sont des *cœurs lymphatiques*, très régulièrement conformés, très visibles, et se montrant en quantité innombrable sur presque toutes ses dépendances, et particulièrement dans les parois du tube digestif. Leur volume est très inégal, il en est de très petits, et d'autres relativement très volumineux.

Ces cœurs sont circulaires, un peu aplatis et percés à leur centre d'un large orifice, qui donne passage au vaisseau correspondant. Sur le même vaisseau, il en existe ordinairement plusieurs, souvent toute une série, et parfois une si grande quantité qu'ils semblent se juxtaposer. C'est ce qui a lieu pour la tunique musculaire de l'intestin, où leur nombre est tel que cette tunique semble en être presque exclusivement formée.

Chacun de ces organes se compose de fibres musculaires lisses et curvilignes, dont une extrémité touche la petite circonférence, tandis que l'autre se perd sur leur contour. Toutes décrivent une courbure semblable et se superposent par leur concavité.

J'ai vainement cherché ces organes sur les autres poissons cartila-

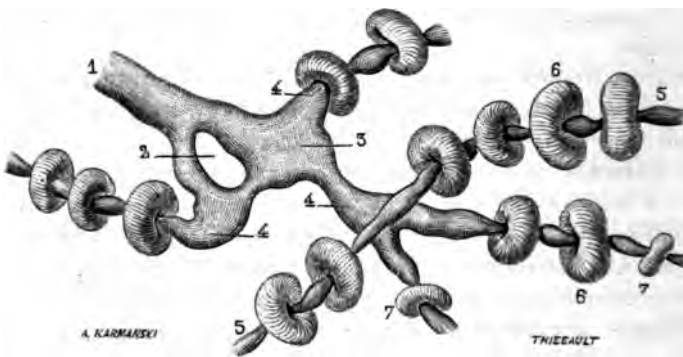


FIG. 79. — Vaisseaux lymphatiques de la raie.

1, troncule lymphatique. — 2, orifice résultant de sa bifurcation et de l'anastomose de ses deux branches. — 3, renflement de ce tronc. — 4, 4, 4, trois ramuscules sur le trajet desquels sont échelonnés des cœurs lymphatiques. — 5, 5, un ramuscule indépendant de ceux qui précèdent. — 6, 6, deux cœurs plus gros que les autres. — 7, 7, deux cœurs notablement plus petits.

gineux que j'ai examinés; je ne les ai rencontrés aussi sur aucun poisson osseux et sur nul autre vertébré. Les vaisseaux qui les traversent sont, pour la plupart, assez volumineux, mais constitués comme ceux qu'on observe chez tous les animaux du même embranchement.

§ 2. — ORIGINE DES VAISSEAUX LYMPHATIQUES.

Cette origine diffère selon qu'on l'observe sur les membranes recouvertes de papilles ou sur les muqueuses recouvertes de villosités. Elle diffère aussi pour les séreuses, et pour les muscles à fibres lisses.

A. Origine des vaisseaux lymphatiques de la peau. — Pris à leur origine, les vaisseaux qui naissent de la peau nous offrent à étudier : 1° le réseau des lacunes et des capillicules; 2° les capillaires lymphatiques qui en partent; 3° le réseau sous-papillaire.

a. Réseau des lacunes et capillicules. — Aucune partie de l'organisme, même parmi les plus délicates, n'égale la ténuité, la minceur, la transparence de ce réseau d'origine.

Les lacunes, multipliées à l'infini, sont des cavités étoilées que limitent des bords à concavité rentrante, au nombre de trois, quatre ou cinq, lesquels, en se juxtaposant deux à deux au niveau des angles, donnent naissance aux capillicules. Si la lacune est limitée par trois bords, ses trois angles se prolongent chacun sous la forme d'un capil-

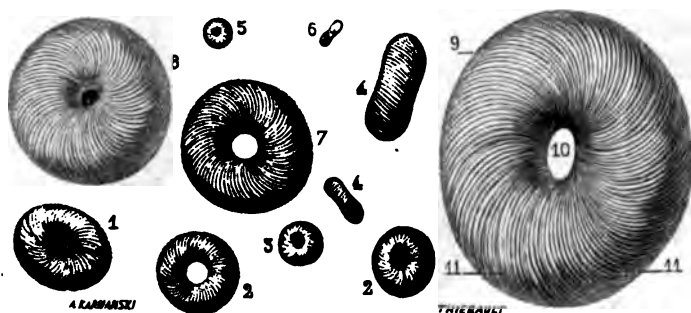


FIG. 80. — Cœurs lymphatiques de la raie.

1, 1, cœurs de moyennes dimensions dont l'orifice est vu obliquement. — 2, cœur dont l'orifice est bien visible. — 3, 3, cœurs très petits dont l'orifice est très peu apparent. — 4, 4, cœurs d'inégal volume vus par leur circonférence. — 5, cœur très petit et contracté. — 6, le même vu par son contour. — 7, cœur plus volumineux que les précédents. — 8, cœur de grandes dimensions. — 9, cœur grossi pour montrer sa structure. — 10, son orifice. — 11, 11, ses fibres musculaires curvilignes.

licule. Si elle est circonscrite par quatre ou cinq bords, elle devient le point de départ de quatre ou cinq capillicules de longueur et de calibre variables.

Ces lacunes, bien que réduites aux plus minimes dimensions, varient cependant de capacité; comparées entre elles, on peut les distinguer en petites, moyennes et grandes. C'est dans leur cavité que se forme

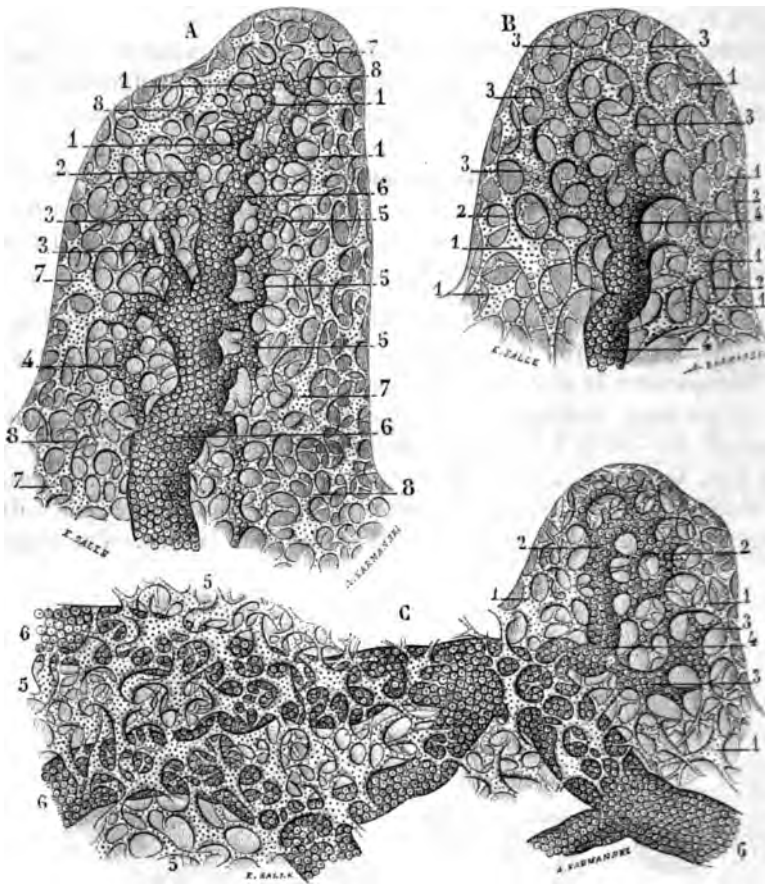


FIG. 81. — Réseau des lacunes et des capillicules.

A. Une papille de la paume de la main. — 1, 1, 1, 1, radicules naissant du sommet de la papille, et se réunissant pour donner naissance au capillaire central. — 2, 3, 4, radicules semblables qui viennent s'ouvrir dans la partie latérale gauche de ce capillaire. — 5, 5, 5, autres radicules, s'échelonnant aussi de haut en bas, et s'ouvrant dans sa partie latérale droite — 6, partie inférieure du capillaire central. — 7, 7, 7, 7, lacunes limitées par des bords à concavité rentrante. — 8, 8, 8, 8, canalicules reliant entre elles toutes les lacunes. — Dans les lacunes et

et que s'élabore la lymphe, en passant de l'une dans l'autre par les capillicules qui les unissent.

Les capillicules, d'une ténuité telle qu'on tenterait vainement d'en déterminer le diamètre avec les moyens de mensuration que nous possédons, partent de chacun des angles des lacunes. Ils s'étendent d'une lacune à la lacune voisine, s'ouvrant dans l'une et l'autre par une extrémité évasée. Ils relient donc entre elles toutes les cavités étoilées et les font communiquer en jouant à leur égard le rôle d'anastomoses. Par eux, chaque lacune se continuant avec celles qui l'entourent,

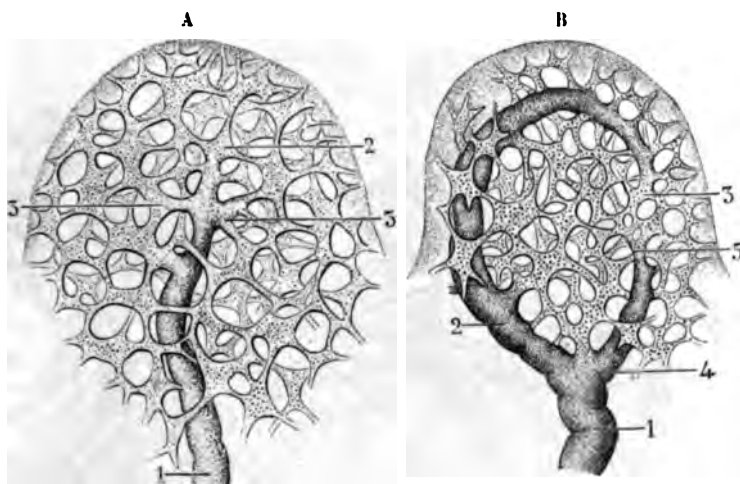


FIG. 82. — Deux papilles de la peau. — Pour éviter la confusion, les deux premiers plans seulement des lacunes et capillicules ont été représentés.

A. *Lacunes et capillicules de l'une de ces papilles.* — 1, capillaire lymphatique dans lequel elles s'ouvrent. — 2, son origine. — 3, 3, réseau des lacunes et capillicules.

B. *Une autre papille dont les lacunes et capillicules s'ouvrent dans deux capillaires excentriques.* — 1, ramuscule formé par la réunion de ces deux capillaires. — 2, le plus important de ces deux capillaires, qui décrit une longue courbe parallèle à sa surface. — 3, lacunes qui lui donnent naissance. — 4, second capillaire beaucoup plus petit. — 5, lacunes qui en représentent l'origine.

capillicules les microbes se voient mal; mais ils sont très apparents dans le capillaire central et ses afférents.

B. *Une autre papille de la peau.* — 1, 1, 1, 1, 1, lacunes plus grandes que celles de la papille précédente. — 2, 2, capillicules plus gros et plus longs. — 3, 3, 3, 3, 3, lacunes se continuant entre elles, pour aller s'ouvrir dans le capillaire central. — 4, 4, ce capillaire central, rempli aussi de microcoques.

C. *Réseau lymphatique du scrotum.* — 1, 1, 1, lacunes et capillicules d'une papille. — 2, 2, origine du capillaire central. — 3, 3, autres lacunes se réunissant aussi pour aller s'aboucher dans le même capillaire. — 5, 5, 5, très beau réseau de lacunes. — 6, 6, 6, gros capillaires sous-jacents à ces lacunes.

la lymphe peut prolonger son séjour sur le point même où elle nait et subir ainsi une élaboration plus complète.

De cette continuité des lacunes et des capillicules, et de leur multiplicité résulte un réseau admirable, difficile à mettre en évidence, mais d'une remarquable netteté lorsque les préparations destinées à les montrer sont couronnées d'un plein succès. J'ai consacré trente ans à l'étude de ce réseau, et, dans ce laps de temps, je n'ai obtenu que huit ou dix très belles préparations. Que les jeunes anatomistes désireux de connaître le système lymphatique ne se hâtent pas de conclure, après

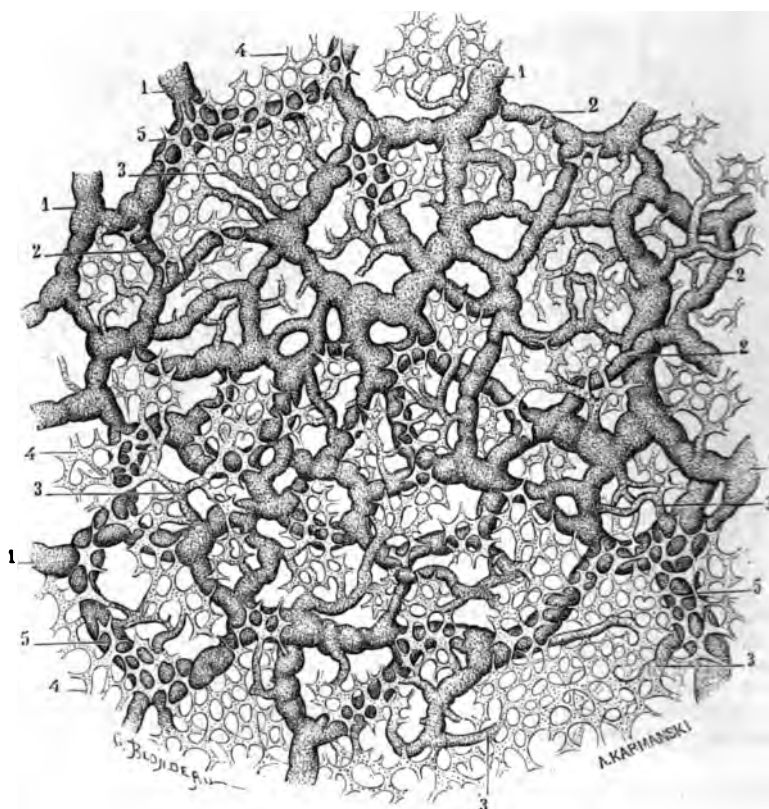


FIG. 83. — Origine des vaisseaux lymphatiques du pavillon de l'oreille chez l'homme.

1, 1, 1, 1, gros capillaires sous-papillaires. — 2, 2, 2, 2, capillaires plus petits par lesquels les capillaires principaux s'anastomosent. — 3, 3, 3, 3, capillaires plus petits encore, sortant d'une papille et se jetant dans le réseau sous-papillaire. — 4, 4, 4, réseau des lacunes et capillicules. — 5, 5, 5, ce même réseau que les vaisseaux sous-jacents mettent en plus complète évidence.

quelques jours ou quelques semaines d'étude, que ce qu'ils n'ont pas vu n'existe pas. Il est des recherches pour lesquelles il faut compter avec le temps : heureux les hommes jeunes et bien doués qui le prennent pour collaborateur ; c'est sur eux que la science fonde ses meilleures espérances.

Le réseau des lacunes et des capillicules n'est pas également facile à voir sur tous les points où il existe. C'est sur les membranes tégumentaires, et particulièrement sur la peau, qu'il se montre avec le plus de

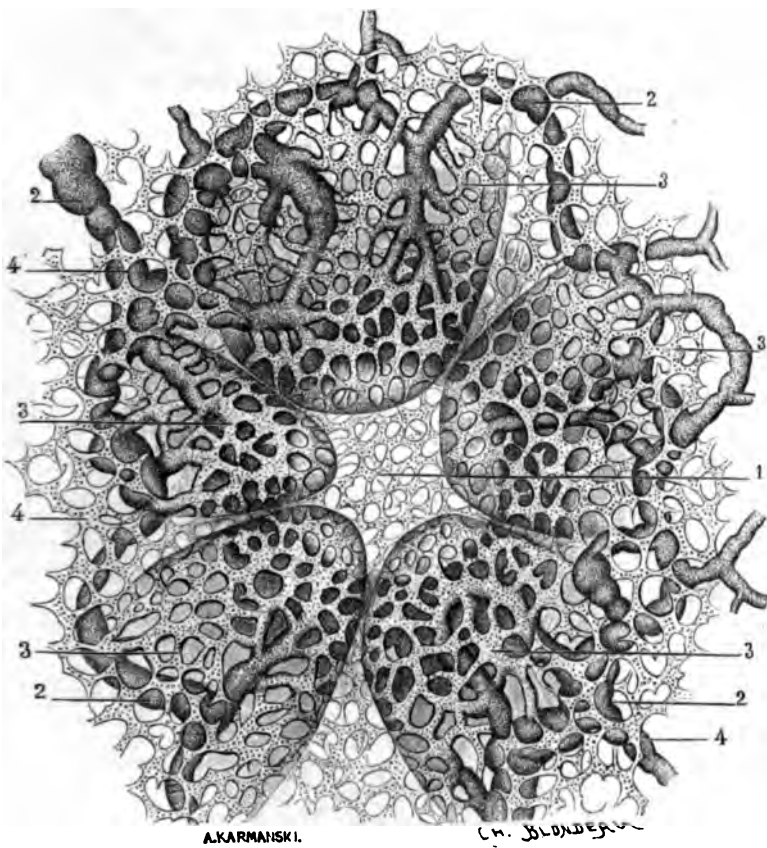


FIG. 84. — Lacunes et capillicules du bord libre de la paupière supérieure.

1, cavité d'un follicule pileux ; les cinq papilles environnantes s'inclinent par leur sommet sur son contour. — 2, 2, 2, 2, gros capillaires sous-papillaires. — 3, 3, 3, 3, lacunes et capillicules des cinq papilles qui convergent par leur sommet. — 4, 4, 4, ce même réseau, que les gros capillaires sous-jacents rendent plus visible ; de chaque réseau on voit naître le capillaire central des papilles.

netteté lorsqu'on réussit à le mettre en pleine lumière; et il faut même faire un choix parmi les diverses régions de sa vaste surface. Les régions privilégiées sous ce rapport sont les suivantes : 1° les paupières et surtout leur bord libre; 2° le pavillon de l'oreille chez l'adulte; 3° la partie médiane du cuir chevelu chez le fœtus à terme; 4° la face palmaire des doigts; 5° le scrotum chez l'adulte; 6° la muqueuse du gland; 7° la face interne des grandes lèvres.

Sur les autres parties du tégument externe on peut l'observer aussi; mais le succès est plus difficile et plus rare.

b. *Forme et disposition du réseau des lacunes et capillicules.* — Ce réseau ne s'étale pas sur un seul plan. Les lacunes occupent des plans très divers. Ainsi, sur les papilles des paupières, de l'oreille, du

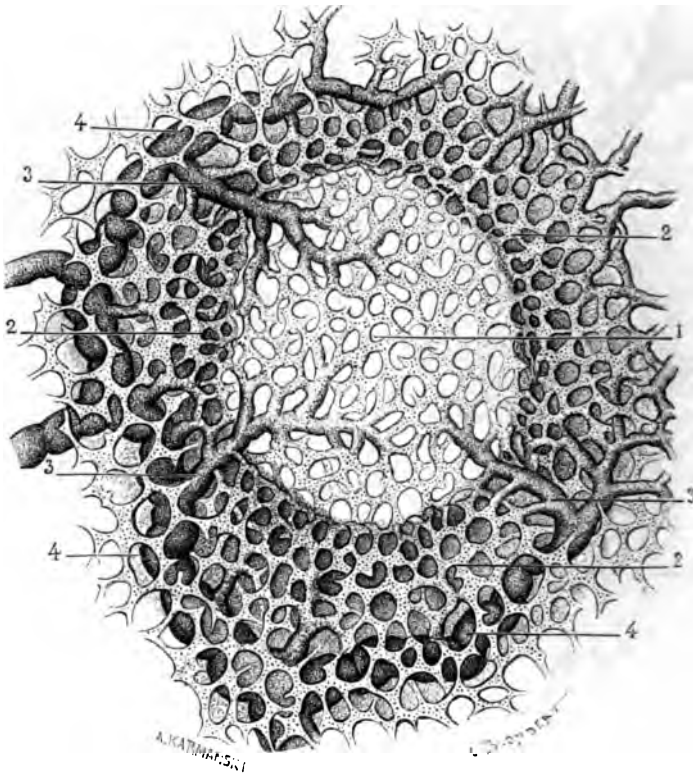


FIG. 85. — Réseau lymphatique d'un follicule pileux de la paupière supérieure.

1, réseau des lacunes et capillicules tapissant les parois du follicule. — 2, 2, 2, ce même réseau recouvrant les bords de la cavité dans laquelle était implanté un cil. — 3, 3, 3, capillaires dans lesquels viennent s'ouvrir les lacunes du réseau. — 4, 4, 4, capillaires sous-papillaires dans lesquels se jettent les précédents.

cuir chevelu, etc., elles sont, les unes superficielles, les autres profondes, les unes périphériques, les autres centrales ; les unes répondent à leur sommet, les autres à leur base ; et comme toutes ces papilles se touchent, celles d'une papille se continuent avec celles des papilles environnantes, en sorte que le réseau se prolonge sur toute la surface du derme. L'aiguille la plus fine ne pourrait le traverser sans traverser aussi plusieurs lacunes.

Le réseau d'origine des vaisseaux lymphatiques offre donc une épaisseur égale à celle du corps papillaire, et une étendue égale à celle de la peau. Il varie en importance selon la région qu'il occupe, mais se montre partout avec les mêmes caractères et la même disposition.

Se prolongeant du sommet des papilles jusqu'à leur base, et de leur

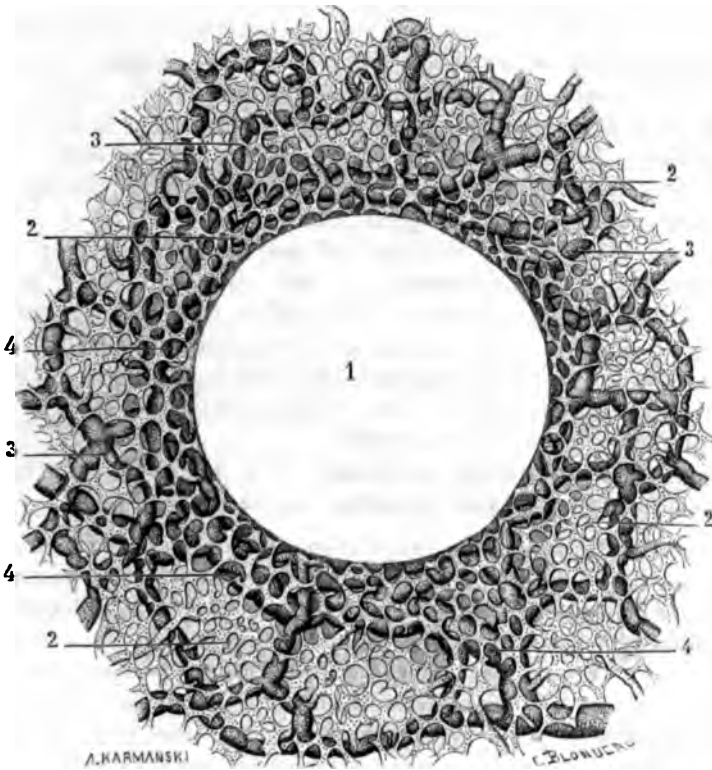


FIG. 86. — Réseau lymphatique du point lacrymal de la paupière supérieure.

1, point lacrymal. — 2, 2, 2, 2, réseau des lacunes et capillaires. — 3, 3, 3, réseau sous-papillaire. — 4, 4, 4, gros capillaire de ce réseau, entourant le point lacrymal et recouvrant entièrement de lacunes qui se prolongeaient sur les parois du conduit correspondant.

axe jusqu'à leur périphérie, il ne se superpose pas, comme on l'a cru longtemps, au réseau des capillaires sanguins; il pénètre entre ceux-ci et les entoure de toutes parts; les deux ordres de vaisseaux, en un mot, s'entremêlent de la manière la plus intime.

c. Capillaires lymphatiques. — Ces capillaires sont de deux ordres, ou plutôt ils se disposent sur deux étages qui permettent de les diviser en *papillaires* et *sous-papillaires*.

Les *capillaires intra-papillaires* naissent des lacunes. Pour les constituer, elles s'unissent; deux lacunes voisines s'abouchent, puis se soudent à une troisième. De leur continuité résulte un canal, offrant des étranglements, en nombre variable, mais qui se régularise en se dirigeant vers le centre de la papille; d'autres, partant du sommet ou de la périphérie de celle-ci, se forment de la même manière; ainsi se produisent des capillaires à direction convergente. Dans le plus important, venu ordinairement du sommet, s'abouchent successivement de haut en bas tous les autres. Quelquefois, au lieu d'un capillaire central, il en existe deux plus ou moins périphériques, qui cheminent parallèlement ou obliquement. Les capillaires intra-papillaires, se continuant à leur point de départ avec les lacunes, ne prennent une forme régulièrement calibrée que dans la dernière partie de leur trajet.

Les *capillaires sous-capillaires* diffèrent des précédents assez notablement. Ils sont plus nombreux et plus volumineux. Leur calibre est plus régulier. A peine sortis des papilles, ils s'anastomosent avec ceux des papilles voisines; de là un second réseau, ou réseau *sous-papillaire*, extrêmement important, situé dans la couche la plus superficielle du derme, au-dessus des vaisseaux sanguins auxquels il se trouve cependant plus ou moins mêlé.

Dans un grand nombre d'ouvrages on a figuré un autre réseau adhérent à la face profonde du derme. Ce réseau n'existe pas.

d. Troncules du système lymphatique. — Les premiers ramuscules des vaisseaux qui rampent en si grand nombre sous la peau partent du réseau sous-papillaire. Ces ramuscules, en nombre considérable, se réunissent par petits groupes et forment des troncules qui s'engagent dans les aréoles du derme. En les traversant ils se trouvent en rapport avec les artérioles et les veinules qui les traversent aussi, les unes se dirigeant vers les papilles, les autres se rendant dans les veines sous-cutanées. Les ramuscules lymphatiques suivent ces dernières pour se rendre dans les troncs lymphatiques qui les accompagnent.

Ces troncs lymphatiques sous-cutanés reçoivent sur toute l'étendue du long trajet qu'ils parcourent, un très grand nombre de ramuscules, qu'on ne voit pas d'abord lorsqu'on les injecte au mercure. Mais, si après les avoir disséqués on les réinjecte, on constate alors que le mer-

cure s'échappe, çà et là, de leur cavité sur une foule de points. Ces fuites sont dues aux ramuscules qui ont été coupés en enlevant le tissu cellulo-adipeux qui les entoure. Dans les préparations de cette nature, destinées aux musées, il importe donc de ne pas trop dénuder les vaisseaux. Les préparations n'en seront pas moins belles, le tissu conjonctif environnant disparaissant par voie de dessiccation.

Tel est le mode d'origine des vaisseaux lymphatiques de la peau et des muqueuses papillaires. Comment naissent-ils dans les villosités?

B. Origine des chylières. — A la lymphe provenant des vaisseaux qui viennent d'être décrits se mêle un autre liquide, connu sous le nom de *chyle*, d'où celui de *chylières* donné aux vaisseaux qui le contiennent.

Les chylières prennent naissance dans les villosités de l'intestin grêle. Leur mode d'origine ne saurait être comparé à celui des vaisseaux lymphatiques de la peau. Ils naissent de toute la périphérie de ces prolongements par des radicules closes à leur point de départ, dont les contours sont en général moins bien limités que ceux des lacunes et capillicules. On reconnaît les lacunes à leur forme étoilée, à leurs bords concaves, et les capillicules à leurs bords parallèles, en un mot, à leurs parois, et souvent aussi à leur contenu. Les parois des premières radicules dans lesquelles se dépose le chyle ne sont pas apparentes ; on ne reconnaît ces radicules qu'à leur contenu. Elles se dessinent plus ou moins bien selon qu'elles sont plus ou moins pleines. Les circonstances qui permettent de les observer dans l'état de plénitude sont rares. C'est chez l'enfant allaité, et mort pendant la digestion, au moment où le lait est encore en partie contenu dans l'intestin, que ces conditions se trouvent quelquefois réalisées. Sur un très grand nombre d'enfants, âgés de quelques mois seulement, dont j'ai pu examiner les villosités, au moment où le chyle recouvrait les parois de l'intestin et pénétrait dans leur épaisseur, j'en ai rencontré deux sur lesquels toutes les origines des chylières étaient bien évidentes. Les radicules qui partaient de la périphérie des villosités occupaient surtout leur moitié supérieure. C'est à leur sommet qu'elles sont les plus nombreuses et les plus apparentes.

Les innombrables granulations grasses qui flottent dans le chyle lui donnent une couleur blanche ; j'ai pu voir ces premières origines converger vers l'axe de chaque prolongement et se réunir à une hauteur variable pour former le capillaire central qui se dirige vers leur base. Le nombre, le volume, la forme des affluents qu'il reçoit dans son trajet, n'offrent rien de fixe. Quelquefois, au lieu d'un troncule unique et central, il en existe deux qui sont alors plus courts et à peu près parallèles.

Tel est le mode d'origine des chylifères chez l'homme et la plupart des mammifères. Cependant il n'est pas absolument identique chez tous. Chez le chien où les villosités sont longues, le chylifère central se voit en général plus facilement. Mais c'est surtout chez le cheval qu'il est bien apparent dans toute sa longueur. Autour de ce troncule cheminent des radicules extrêmement grêles qui s'anastomosent et qui contrastent avec le volume du chylifère central. Chez le bœuf, on observe le plus habituellement deux et souvent trois capillaires sur la moitié inférieure des villosités.

Parvenus à la base des villosités, les chylifères émanés de chacune d'elles traversent la muqueuse et arrivent dans le tissu conjonctif sous-muqueux où ils rencontrent les artères qui s'y rendent, les veines qui en partent, les innombrables ganglions nerveux du grand sympathique, et une quantité variable de cellules adipeuses. Dans cette couche de tissu conjonctif ils se réunissent pour former des troncules, qui se divisent et s'anastomosent.

Pour observer ce réseau sous-muqueux, il suffit d'injecter chez un enfant de deux ou trois mois le système artériel avec la solution suivante:

Acide chlorhydrique au 1200°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

Immédiatement après l'injection, on incise longitudinalement une partie de l'intestin grêle; on en détache quelques parties assez courtes, préalablement lavées et on les immerge pendant quelques jours dans le même liquide. Pendant leur immersion, le tissu conjonctif sous-muqueux se pénètre du liquide injecté, triple d'épaisseur, et prend une certaine consistance, qui permet de le couper en tranches minces. Sur ces tranches perpendiculaires à la muqueuse il est alors très facile de suivre les chylifères, et l'on peut constater qu'ils ne contiennent aucun globule de lymphe. Ils ne renferment que des granulations graisseuses; c'est seulement à leur sortie de l'intestin que le chyle commence à se mêler à la lymphe. Dans l'intervalle des digestions les chylifères ne reçoivent dans leur cavité aucun globule blanc. De leur origine jusqu'aux ganglions leur contenu se compose exclusivement d'un liquide transparent, et de granulations graisseuses nageant dans ce liquide.

C. Lymphatiques des séreuses. — Le feuillet viscéral des séreuses semble formé presque entièrement de vaisseaux lymphatiques. Aussi un très grand nombre d'anatomistes ont-ils pensé qu'ils appartiennent en effet à ces membranes, d'où il suit que les séreuses et les synoviales seraient une des principales sources de la lymphe.

Depuis longtemps j'ai combattu cette opinion; et les faits les plus positifs s'accordent pour démontrer qu'elle ne saurait être acceptée.

Je ne puis ici les exposer tous, mais je dois rappeler le principal qui, à lui seul, suffit à attester combien elle est erronée; si le feuillet viscéral des séreuses paraît riche en effet en vaisseaux lymphatiques, le feuillet pariétal en est absolument dépourvu; voyez la séreuse pulmonaire, la séreuse intestinale, la séreuse hépatique, etc., ils se montrent en grande abondance dans leur épaisseur; passez au feuillet pariétal de la plèvre, du péritoine, vous n'en rencontrez plus aucun vestige: d'où il faut conclure que sur le feuillet viscéral ils appartiennent aux viscères sous-jacents qui en sont le seul point de départ, et que sur le feuillet pariétal ils font défaut parce qu'il repose sur des organes qui en sont dépourvus. Si cet argument, sans réplique, était jugé encore insuffisant, je ferais intervenir dans le débat l'arachnoïde. C'est une grande séreuse qui répond à un organe bien important; mais, cet organe ne possédant pas de vaisseaux lymphatiques, son feuillet viscéral en est privé aussi.

Ne savons-nous pas, du reste, que les séreuses sont formées de tissu conjonctif et de fibres élastiques; or nous avons vu que ces deux tissus ne présentent ni l'un ni l'autre des vaisseaux de cet ordre; aussi longtemps qu'on n'aura pas constaté l'existence des conduits de la lymphe dans le feuillet pariétal des membranes séreuses, il restera démontré que ces membranes en sont dépourvues et que ceux de leur feuillet viscéral appartiennent aux organes sous-jacents.

Un grand nombre d'auteurs admettent que les séreuses présentent des orifices par lesquels leurs vaisseaux lymphatiques communiquent avec la cavité de ses membranes. Recklinghausen affirme avoir vu ces orifices sur la face inférieure du diaphragme chez le lapin, et Kölliker les considère comme irrécusables. J'ose dire cependant qu'ils n'existent pas. Que ces observateurs si convaincus se donnent la peine d'injecter au mercure les vaisseaux lymphatiques du diaphragme du lapin, et ils constateront avec moi qu'on peut les remplir en totalité, qu'ils forment un admirable réseau, et qu'aucune gouttelette du liquide ne s'échappe par ces orifices, ce qui aurait lieu s'ils existaient.

§ 3. — PROCÉDÉS D'ÉTUDE.

Les procédés à mettre en usage pour l'étude du système lymphatique varient selon qu'on se propose de voir les lacunes et capillicules, ou l'origine des chylifères, ou le réseau sous-papillaire de la peau et les troncs qui en partent.

A. Procédé à mettre en usage pour l'étude des lacunes et capillicules. — Ce procédé consiste à prendre sur la peau des lambeaux qu'on place dans les conditions les plus favorables pour le déve-

loppement des microbes. Ces lambeaux seront pris sur les régions les plus riches en vaisseaux ; tels sont la paupière supérieure, le pavillon de l'oreille, la partie médiane du cuir chevelu chez l'enfant de deux ou trois mois, la partie médiane du scrotum chez l'adulte, la face palmaire des doigts.

Avant de détacher ces lambeaux, le sujet sera injecté avec une solution d'acide chlorhydrique au 1200°. Immédiatement après l'injection, on enlève les lambeaux destinés à l'étude, et on les place sur un liège en les étalant et en tournant en haut leur face épidermique; i puis le liège, de figure circulaire, est déposé dans le fond d'un grand cristallisoir contenant une solution d'acide chlorhydrique au 1000°, mais dont le niveau ne s'élèvera pas au-dessus d'un centimètre. Cette solution a pour but de maintenir le liège et l'atmosphère du cristallisoir dans un état permanent d'humidité. Ces dispositions prises, le cristallisoir est recouvert avec un disque en verre, et l'on attend que la putréfaction ait fait son œuvre. Dans l'espace de huit, dix ou douze jours, l'épiderme des lambeaux se détache. Tel est le premier temps de l'opération préliminaire.

Le second temps est plus simple. Les lambeaux étant retirés, un à un, et bien lavés à l'eau courante d'un robinet, on les immerge dans un réactif ainsi composé :

Acide chlorhydrique au 1500°.....	23 parties.
Bichromate de potasse au 500°.....	1 partie.

En séjournant quelques jours dans ce réactif, chaque jour renouvelé, les lambeaux enlevés prennent plus d'épaisseur et une remarquable fermeté. Les papilles, turgides, se voient très bien à l'œil nu. Elles sont redevables de leur turgescence aux microbes, accumulés en grand nombre dans les origines du système lymphatique, et uniquement dans ce système; ils ne pénètrent pas dans les capillaires sanguins. Ces microbes sont des microcoques. Lorsque les lacunes et capillicules en sont remplis, on les voit très nettement au microscope.

Dans ce but, on détache de la surface libre de l'un des lambeaux une mince coupe, parallèle au corps papillaire, et on l'examine aussitôt, en l'arrosant d'une goutte de ce réactif :

Acide sulfurique au 75°.....	15 parties	} 1
Bichromate d'ammoniaque au 4800°.....	5 —	
Glycérine.....	1	

Si le procédé qui vient d'être décrit a été bien appliqué, on pourra observer non seulement le réseau des lacunes et capillicules, mais le lymphatique central des papilles et le réseau lymphatique sous-papillaire. Souvent ce réseau sous-papillaire est seul bien apparent.

Indépendance du système capillaire et du système lymphatique. — Le moment où apparaissent les lacunes et capillicules, sous l'influence du procédé qui vient d'être décrit, est particulièrement intéressant. J'ai encore présente à la mémoire la vive satisfaction que j'éprouvai le jour où il me fut donné d'assister pour la première fois à cette apparition. J'avais sous les yeux quelques papilles de la peau des mains sur lesquelles je cherchais le réseau d'origine des lymphatiques; mais je n'apercevais que les capillaires sanguins, disposés en anse, lorsque soudainement je vis une lacune quadrilatère se dessiner sur le trajet de l'une de ces anses. Pendant que je la considérais, une autre lacune à peu près semblable se montra dans son voisinage; puis une troisième, une quatrième, une cinquième surgirent presque aussitôt sur un autre point de mon capillaire; ces quelques lacunes et capillicules ne restèrent pas isolés. Dans leurs intervalles d'autres apparurent, une à une, soit sur le contour du vaisseau sanguin, soit en dehors ou en dedans, soit en arrière, si bien que, dans le court espace d'un quart d'heure, le vaisseau disparut, voilé de toutes parts par le réseau des lacunes et des capillicules. Sa disparition s'étant opérée d'une manière lente et successive, je pus constater l'entière indépendance des deux ordres de vaisseaux. Entre l'un et l'autre, il y avait un rapport de juxtaposition, de simple superposition, mais nulle continuité.

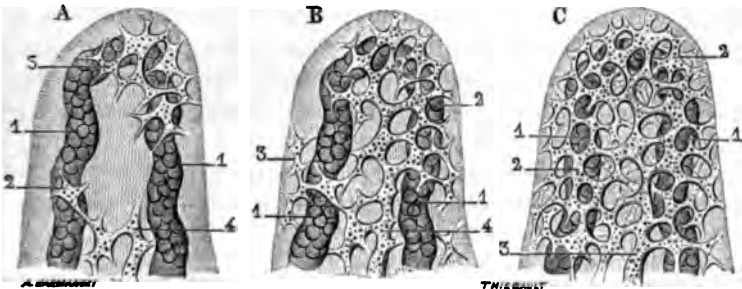


FIG. 87. — Capillaire sanguin d'une papille autour duquel apparaissent successivement des lacunes et capillicules qui en restent indépendants.

A. Une petite papille de la paume de la main. — 1, 1, son capillaire sanguin offrant la forme d'une anse. — 2, une lacune qui vient d'apparaître. — 3, autres lacunes apparues après la précédente. — 4, lacunes inférieures plus tardives.

B. Même papille. — 1, 1, capillaire sanguin. — 2, lacunes et capillicules qui viennent de s'ajouter aux premières. — 3, lacunes situées en dehors du capillaire. — 4, lacunes situées en dedans.

C. Même papille. — 1, 1, capillaire sanguin. — 2, 2, réseau des lacunes et capillicules recouvrant la totalité du capillaire sanguin, et l'entourant de toutes parts, sans communiquer avec sa cavité. — 3, origine du capillaire lymphatique qui ne prend naissance ici qu'à la base de la papille.

Cette observation et quelques autres analogues achevèrent de me convaincre que l'indépendance des deux systèmes est absolue, au point de vue anatomique. Quant au point de vue physiologique, il est possible et même probable que le plasma du sang peut passer par voie d'osmose dans le réseau lymphatique, et réciproquement que la lymphe, pendant son élaboration, peut céder certains éléments ou certains principes au courant sanguin.

B. Procédé à mettre en usage pour étudier le mode d'origine des chylifères. — On donnera la préférence, pour cette étude, au nouveau-né allaité avant sa mort, au chien abattu après avoir fait un repas copieux de chairs chargées de graisse, au cheval qui aura ingéré préalablement une certaine quantité d'avoine. Le bœuf peut être utilisé aussi.

La muqueuse intestinale, incisée sur sa longueur et lavée à grande eau, est ensuite découpée en segments de quelques centimètres, qu'on immerge dans une solution d'acide chlorhydrique au 1200°. En restant deux ou trois jours dans ce liquide, les villosités acquièrent une certaine turgescence. A l'aide de ciseaux, on en détache alors de petits groupes qui sont aussitôt soumis à l'examen microscopique. Pour cette étude, la préparation sera arrosée d'acide acétique glycéринé, ou d'une solution de potasse au 40°.

Dans ces conditions, on voit le plus habituellement des traînées de chyle, reconnaissable à ses granulations graisseuses; ces traînées, plus apparentes au sommet des villosités, se succèdent irrégulièrement de haut en bas. Elles sont souvent bien distinctes chez l'enfant et chez le bœuf. Chez le chien, c'est le chylifère central qui se montre le plus nettement. Ce chylifère est plus facile encore à voir chez le cheval.

Le procédé à employer pour étudier les vaisseaux lymphatiques des muscles à fibres lisses sera décrit lorsque nous nous occuperons de ces muscles.

C. Procédé à suivre pour injecter les réseaux sous-papillaires et les troncs qui en partent. — Ce procédé est important à connaître; c'est en l'appliquant qu'on réussit à injecter au mercure les vaisseaux lymphatiques sous-cutanés, et à les suivre dans toute l'étendue de leur trajet. Il comprend trois temps.

Étant donné un homme jeune et maigre, on injecte les vaisseaux avec une solution d'acide arsénieux. L'été est la saison la plus favorable pour le succès. Après une attente, de durée très variable, l'épiderme des pieds et des mains se détache. On sépare alors les membres du tronc et l'on procède au second temps de l'opération.

Dans ce second temps on pique, avec la pointe du tube à injection lymphatique, les divers points de la région plantaire, si l'on opère sur

le membre inférieur, de la paume de la main et de la face palmaire des doigts, si l'on opère sur le membre supérieur. A la suite de ces piqûres, le métal pénètre dans le réseau sous-papillaire, chemine dans les ramuscules qui en partent, et arrive dans les troncs lymphatiques sous-cutanés; mais il s'arrête sur la face dorsale du pied ou de la main.

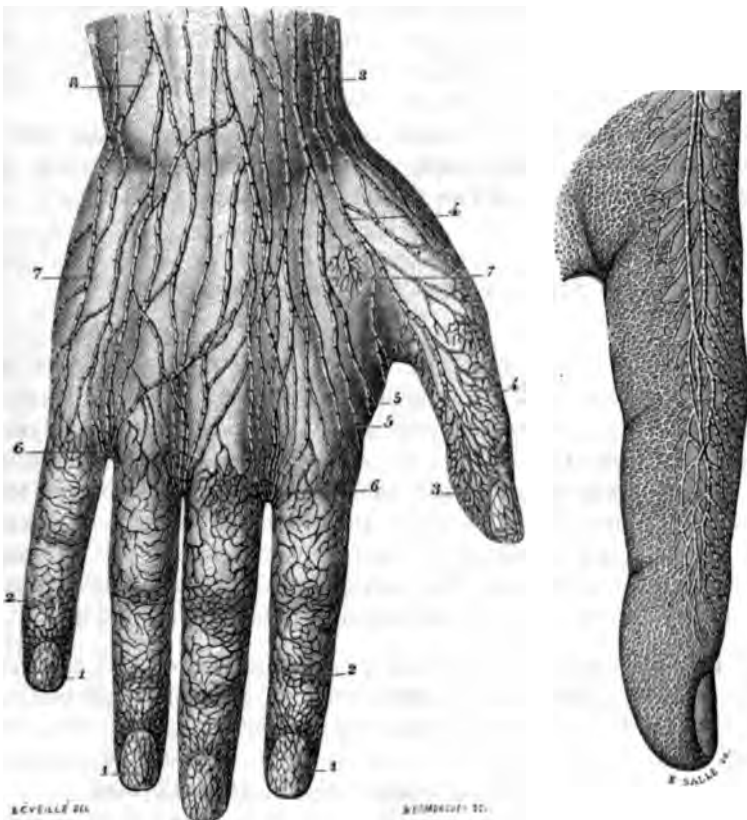


FIG. 88. — Réseau lymphatique sous-papillaire de la face dorsale des doigts. FIG. 89. — Réseau sous-papillaire d'un doigt et troncs qui en partent.

FIG. 88. — 1, 1, 1, réseau sous-papillaire du derme sous-onguéal. — 2, 2, réseau sous-papillaire de la face dorsale des doigts et ramuscules qui en partent. — 3, 4, ramuscules et troncs lymphatiques sous-cutanés du pouce. — 5, 5, troncs provenant du centre de la paume de la main. — 6, 6, troncs émanés de la partie inférieure de la paume de la main et de la face plantaire des doigts. — 7, 7, troncs lymphatiques de la face palmaire de la main cheminant sur le dos du métacarpe. — 8, 8, ces mêmes troncs passant de la main sur l'avant-bras.

FIG. 89. — Sur cette figure le réseau sous-papillaire est vu par transparence, l'épiderme n'existant plus et le derme étant en partie desséché.

mélangés et étroitement unis : de fibres musculaires et de lamelles de tissu élastique fenêtré. Ces deux éléments, la méthode des dissociations les met bien en évidence.

Les fibres musculaires lisses ne sont pas cependant disposées comme dans les parois artérielles. Sur les artères, elles sont toutes juxtaposées, et circulaires. Sur les vaisseaux lymphatiques elles se groupent par faisceaux plus ou moins larges ; et ceux-ci suivent une direction oblique ; en sorte qu'ils se croisent en sens divers ; de là, une disposition réticulée fort remarquable, très facile à constater, et commune à tous les vaisseaux de cet ordre.

J'ai vu ces fibres musculaires sur les vaisseaux qui partent du testicule chez l'homme et sur ceux qui naissent de l'ovaire chez la femme, les dispositions fasciculée et réticulée qu'elles présentent étaient très caractérisées. Je les ai vues sur les vaisseaux efférents du bassin et sur d'autres ; elles n'étaient pas moins accusées. Je les ai vues enfin sur le canal thoracique de l'homme : c'était la même disposition.

Chez le cheval, je n'ai pas retrouvé cet entre-croisement des faisceaux musculaires ; ils marchaient à peu près parallèlement. Mais ce parallélisme peut être considéré comme une exception.

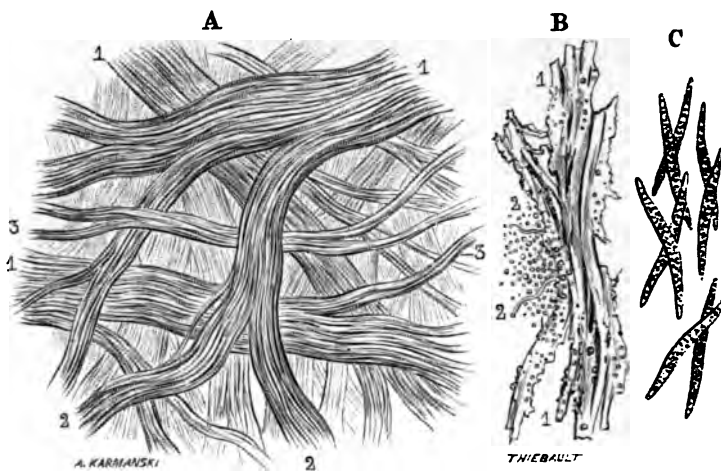


FIG. 91. — Tunique moyenne d'un vaisseau efférent de la région iliaque.

- A. *Faisceaux musculaires lamelliformes, se divisant et s'entre-croisant.* — 1, 1, faisceaux principaux. — 2, 2, leurs divisions. — 3, 3, divisions plus petites.
- B. *Une lamelle de tissu élastique fenêtré.* — 1, 1, cette lamelle dont on voit les granules. — 2, 2, granules isolés et encore réunis par la substance amorphe.
- C. *Fibres musculaires dissociées, dont on ne voit pas le noyau, mais dont on peut distinguer les leucytes.*

Les lamelles élastiques fenêtrées sont presque aussi abondantes dans les vaisseaux lymphatiques que dans les artères. On les distingue très bien au milieu des faisceaux musculaires. Lorsque la dissociation est portée à ses dernières limites, elles flottent au milieu des fibres musculaires, isolées aussi, et dont on peut alors apprécier le diamètre et la longueur. Comme celles des artères, ces lamelles varient de dimensions; il en est de longues, de courtes, d'étroites, de larges; toutes sont pourvues de granules, très nombreux et bien visibles aussi.

Ces lamelles de tissu élastique fenêtré ne sont pas seulement l'apanage des gros troncs lymphatiques, comme le canal thoracique et ses principaux affluents; elles se montrent avec la même évidence sur tous les vaisseaux efférents, j'ai pu les retrouver très facilement aussi sur les afférents, sur des points très rapprochés de leur origine.

C. Tunique interne. — La tunique endothéliale ne diffère pas de celle des veines et des artères. Elle se compose aussi de cellules plates, se juxtaposant par leur contour à l'aide de la substance élastique amorphe qui recouvre leur face externe. Le calibre des vaisseaux étant ici plus petit, les cellules qui en tapissent la surface interne sont plus longues. Très probablement elles existent aussi sur le réseau des

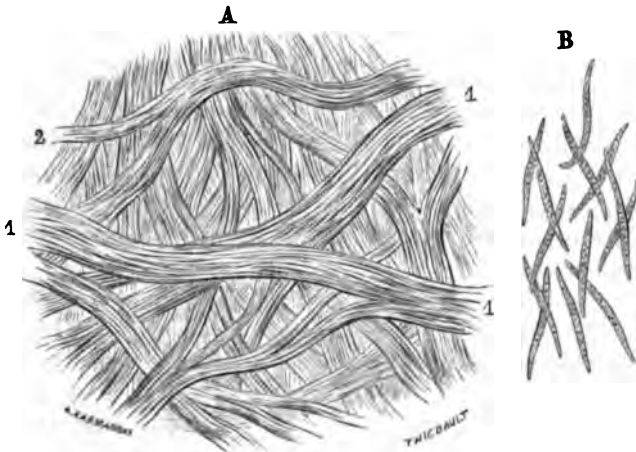


FIG. 92. — Tunique moyenne d'un vaisseau afférent, pris sur le cordon spermatique au-dessus de l'épididyme.

A. Faisceaux musculaires de volume divers s'entre-croisant dans toutes les directions. — 1, 1, faisceaux de premier ordre. — 2, divisions de ces faisceaux.

B. Fibres musculaires dissociées. — Elles sont plus courtes que celles du canal thoracique et moins grosses que celles des efférents, qui sont elles-mêmes plus courtes que celles du canal thoracique.

mélangés et étroitement unis : de fibres musculaires et de lamelles de tissu élastique fenêtré. Ces deux éléments, la méthode des dissociations les met bien en évidence.

Les fibres musculaires lisses ne sont pas cependant disposées comme dans les parois artérielles. Sur les artères, elles sont toutes juxtaposées, et circulaires. Sur les vaisseaux lymphatiques elles se groupent par faisceaux plus ou moins larges ; et ceux-ci suivent une direction oblique ; en sorte qu'ils se croisent en sens divers ; de là, une disposition réticulée fort remarquable, très facile à constater, et commune à tous les vaisseaux de cet ordre.

J'ai vu ces fibres musculaires sur les vaisseaux qui partent du testicule chez l'homme et sur ceux qui naissent de l'ovaire chez la femme, les dispositions fasciculée et réticulée qu'elles présentent étaient très caractérisées. Je les ai vues sur les vaisseaux efférents du bassin et sur d'autres ; elles n'étaient pas moins accusées. Je les ai vues enfin sur le canal thoracique de l'homme : c'était la même disposition.

Chez le cheval, je n'ai pas retrouvé cet entre-croisement des faisceaux musculaires ; ils marchaient à peu près parallèlement. Mais ce parallélisme peut être considéré comme une exception.

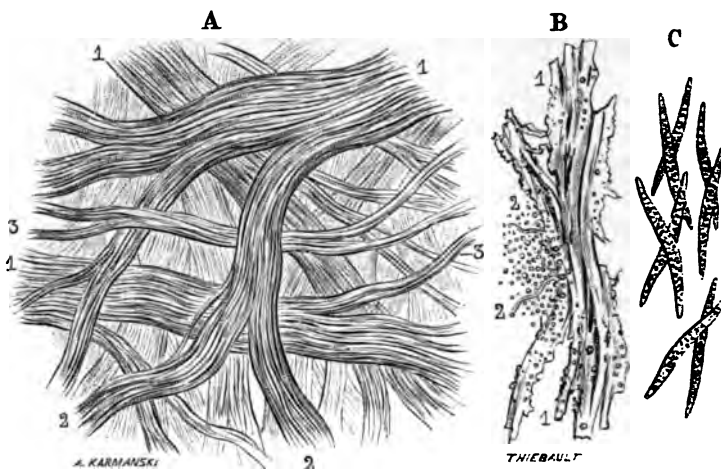


FIG. 91. — Tunique moyenne d'un vaisseau efférent de la région iliaque.

A. Faisceaux musculaires lamelliformes, se divisant et s'entre-croisant. — 1, 1, faisceaux principaux. — 2, 2, leurs divisions. — 3, 3, divisions plus petites.

B. Une lamelle de tissu élastique fenêtré. — 1, 1, cette lamelle dont on voit les granules. — 2, 2, granules isolés et encore réunis par la substance amorphe.

C. Fibres musculaires dissociées, dont on ne voit pas le noyau, mais dont on peut distinguer les leucocytes.

Les lamelles élastiques fenêtrées sont presque aussi abondantes dans les vaisseaux lymphatiques que dans les artères. On les distingue très bien au milieu des faisceaux musculaires. Lorsque la dissociation est portée à ses dernières limites, elles flottent au milieu des fibres musculaires, isolées aussi, et dont on peut alors apprécier le diamètre et la longueur. Comme celles des artères, ces lamelles varient de dimensions; il en est de longues, de courtes, d'étroites, de larges; toutes sont pourvues de granules, très nombreux et bien visibles aussi.

Ces lamelles de tissu élastique fenêtré ne sont pas seulement l'apanage des gros troncs lymphatiques, comme le canal thoracique et ses principaux affluents; elles se montrent avec la même évidence sur tous les vaisseaux efférents, j'ai pu les retrouver très facilement aussi sur les afférents, sur des points très rapprochés de leur origine.

C. Tunique interne. — La tunique endothéliale ne diffère pas de celle des veines et des artères. Elle se compose aussi de cellules plates, se juxtaposant par leur contour à l'aide de la substance élastique amorphe qui recouvre leur face externe. Le calibre des vaisseaux étant ici plus petit, les cellules qui en tapissent la surface interne sont plus longues. Très probablement elles existent aussi sur le réseau des

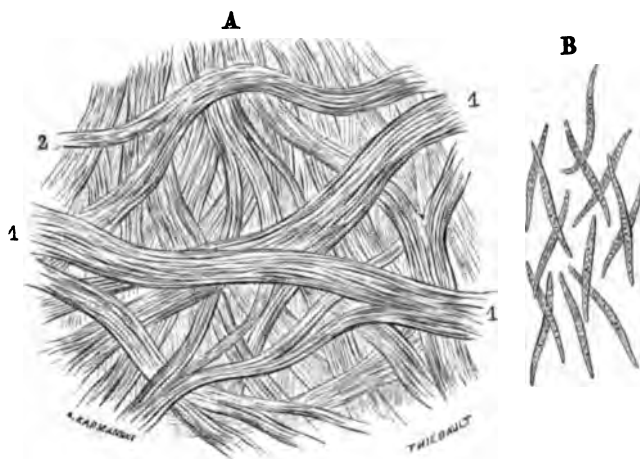


FIG. 92. — Tunique moyenne d'un vaisseau afférent, pris sur le cordon spermatique au-dessus de l'épididyme.

A. Faisceaux musculaires de volume divers s'entre-croisant dans toutes les directions. — 1, 1, faisceaux de premier ordre. — 2, divisions de ces faisceaux.

B. Fibres musculaires dissociées. — Elles sont plus courtes que celles du canal thoracique et moins grossières que celles des efférents, qui sont elles-mêmes plus courtes que celles du canal thoracique.

lacunes et capillicules et sur les capillaires qui en partent. Mais comme ce réseau et ces capillaires sont remplis de microbes, les cellules endothéliales, sous l'influence de la putréfaction, sont détruites, et la couche élastique amorphe qui les recouvre et les unit en forme à elle seule le contour; dans ces conditions, leurs parois ne sont plus représentées que par une seule couche, la couche externe ou couche élastique.

Si, maintenant, nous comparons la structure des vaisseaux lymphatiques à celle des vaisseaux sanguins, nous pouvons constater qu'elle offre la plus grande analogie dans ces deux ordres de conduits, mais qu'elle se rapproche plus cependant de celle des artères. Cette remarque est confirmée par l'identité de structure de leur tunique moyenne: identité qui se conserve avec les mêmes attributs et le même caractère d'évidence sur toute leur étendue.

§ 5. — PROPRIÉTÉS DES VAISSEAUX LYMPHATIQUES.

Ces vaisseaux ont aussi pour propriétés physiques: la résistance, l'extensibilité, la rétractilité, l'élasticité, et pour propriétés physiologiques: la contractilité, la perméabilité, la vitalité.

A. Propriétés physiques. — La résistance des vaisseaux lymphatiques est très supérieure à celle qu'on serait disposé à leur accorder si, pour l'évaluer, on considérait seulement l'extrême minceur de leurs parois. Elle est assez grande pour que ces vaisseaux puissent supporter la pression d'une colonne de mercure de 80 centimètres. C'est surtout à leur tunique externe qu'ils semblent redevables de cette importante propriété.

Leur extensibilité ne saurait être comparée à celle des veines. Lorsqu'on les injecte, ils se dilatent un peu; mais, arrivés à cette limite, ils résistent; et si on les soumet à une pression plus forte, en élevant la hauteur de la colonne mercurielle, ils se rompent. Peu extensibles dans le sens transversal, ils le sont peu aussi dans le sens longitudinal. Pour apprécier la dilatabilité des chylifères, je les ai liés chez un chien, pendant la digestion, et j'ai ensuite replacé l'anse intestinale dont ils dépendaient dans la cavité abdominale. Après une demi-heure d'attente, je repris cette anse. Les vaisseaux, sous la pression du chyle venu de l'intestin, s'étaient rompus au-dessus de la ligature sans avoir subi une sensible dilatation.

La rétractilité des vaisseaux lymphatiques est au contraire très prononcée. Si, après les avoir remplis de mercure, on les pique, le

métal s'échappe et ils disparaissent aussitôt. C'est surtout dans le sens transversal qu'ils sont rétractiles. Dans le sens longitudinal, ils le sont beaucoup moins.

L'élasticité est la plus énergique de leurs propriétés physiques; de cette propriété dérive leur grande rétractilité.

Pourvus de fibres musculaires, ils possèdent la propriété de se contracter. En ajoutant leur action à celle des fibres élastiques, elles nous rendent compte de l'instantanéité et de la puissance avec lesquelles ils se rétractent. Mais elles ne semblent pas jouer le rôle principal dans ce phénomène; car, après la mort, alors que toute contractilité est éteinte, ils se rétractent encore avec la même énergie. Ces fibres ont pour attributions surtout de faire progresser le chyle et la lymphe et de les conduire jusqu'au système veineux dans lequel ils se mêlent au sang noir.

La perméabilité est une propriété propre aux lacunes, aux capillaires et aux capillaires qui en partent. C'est par cette propriété que les vaisseaux sanguins et lymphatiques échangent quelques-uns des principes qu'ils contiennent et qui se trouvent à l'état de dissolution dans leur plasma.

La vitalité de ces vaisseaux peut être comparée à celle des veines. Plus encore que celles-ci, ils sont irritables et sensibles à toutes les causes qui peuvent mettre en jeu cette propriété, d'où l'extrême fréquence des phlegmasies dont ils sont le siège. Sous l'influence de l'inflammation, la lymphe se coagule, comme le sang dans les veines atteintes de phlébite.

§ 6. — DÉVELOPPEMENT DES VAISSEaux LYMPHATIQUES.

Le processus qui préside à l'évolution de ces vaisseaux ne diffère pas de celui qui nous a permis de suivre pas à pas le développement des vaisseaux sanguins. Ceux-ci dérivent de trois couches de cellules, de la surface desquelles sont exsudées quatre couches de tissu élastique qui alternent avec les précédentes.

Nous retrouvons dans les parois des vaisseaux lymphatiques ces mêmes couches, se succédant dans le même ordre alternatif: 1° une couche endothéliale, puis une couche élastique longitudinale; 2° une couche de cellules musculaires et un ensemble de lamelles élastiques fenêtrées disséminées dans toute son épaisseur; 3° une couche celluleuse externe produisant par voie d'exsudation des fibres élastiques et des faisceaux de tissu conjonctif.

La remarquable analogie de constitution que nous avons constatée entre les vaisseaux lymphatiques et les vaisseaux sanguins se reproduit

donc aussi complète et aussi évidente lorsqu'on les compare dans leur développement. Cette analogie d'évolution entre deux ordres de vaisseaux si différents est une nouvelle preuve de la réalité du processus que nous avons exposé. Remarquons que ce processus est surtout digne d'attention par l'extrême simplicité des phénomènes qui le caractérisent; et rappelons que tous ces phénomènes sont basés sur l'observation. Tout histologiste qui consentira à faire une sérieuse étude du tissu élastique et du tissu conjonctif reconnaîtra qu'ils dérivent l'un et l'autre des cellules avec lesquelles ils se trouvent en rapport; il constatera que ces cellules élaborent des produits qu'elles épanchent au dehors, que ceux-ci en sont une dépendance, et que leur origine, leur existence se rattachent à une loi générale qui comporte de très nombreuses applications.

CHAPITRE II

GANGLIONS LYMPHATIQUES

Ces renflements, situés sur le trajet des vaisseaux lymphatiques représentent autant de centres vers lesquels la lymphe afflue de toutes parts; ils président à son élaboration et en sont la source principale. Par les maladies si fréquentes, si variées et souvent si graves dont ils peuvent devenir le siège, ils se recommandent vivement à l'attention des pathologistes. Considérés au point de vue anatomique, ils ne sont pas moins dignes d'intérêt. Nous nous occuperons d'abord de leur morphologie et ensuite de leur structure.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DES GANGLIONS.

La première question que soulève l'étude de ces organes est relative à leur nombre. Les anatomistes sont encore très divisés sur ce point. A l'état normal les ganglions semblent beaucoup moins nombreux; la plupart des auteurs estiment qu'ils ne dépassent pas le chiffre de 600 à 700. Dans l'état pathologique on les voit surgir de tous côtés; ils se montrent sur des points où leur présence n'avait pas été signalée, et paraissent se multiplier, en sorte qu'on incline à admettre que leur nombre est beaucoup plus considérable que ne le pensaient les anciens auteurs.

En réalité il est plus élevé en effet. Au début de leur étude, on n'avait tenu compte que des ganglions visibles à l'œil nu. Or il en est beaucoup

dont les dimensions sont si petites qu'ils ne deviennent apparents qu'au moment où on les injecte au mercure. Ils doublent et triplent alors de volume, et se révèlent en outre par l'éclat métallique qu'ils prennent. Ces minimes ganglions qui se dérobaient à la vue sont presque aussi abondants que les ganglions plus gros et plus faciles à voir. Ce sont ces ganglions plus ou moins microscopiques qui, en prenant soudainement un volume relativement considérable, semblent se former de toutes pièces dans les régions où on ne les avait pas encore observés.

En ajoutant aux ganglions connus, dont le chiffre varie de 700 à 800, tous ceux qui ne deviennent visibles qu'à la condition d'être préalablement injectés, on peut en évaluer le nombre total à 12 ou 1400 chez l'enfant et l'adulte.

Dans un âge plus avancé ce nombre diminue, et il se réduit même considérablement dans l'extrême vieillesse. Ils ont incontestablement une grande tendance à s'atrophier à mesure que nous nous éloignons de l'enfance. Ils sont déjà moins nombreux chez l'adulte, et le sont moins encore vers la fin de la vie. Les ganglions sous ce rapport participent à la loi générale, mais dans une proportion bien supérieure à celle de tous les autres organes. Ils appartiennent surtout à la période de croissance ; leur rôle et leur importance diminuent ensuite progressivement. Les maladies dont ils sont le siège se comportent de même ; elles frappent surtout l'enfant, mais se montrent beaucoup plus rares chez le vieillard.

La distinction des ganglions en visibles et invisibles ne suffit pas pour nous donner une notion complète de leurs dimensions relatives. Ceux qui se révèlent à nous au premier coup d'œil diffèrent beaucoup les uns des autres, et sous ce rapport c'est avec raison qu'on les a divisés en trois ordres : les petits qui n'excèdent pas le volume d'une tête d'épingle, les gros qui atteignent et peuvent dépasser celui d'une noisette, et les moyens qui forment une longue série s'étendant des premiers aux derniers.

Leur forme est arrondie, mais cependant très variable. Quelques-uns sont sphériques ; ce mode de conformation est surtout propre aux ganglions invisibles et à ceux qui s'en rapprochent le plus par leurs petites dimensions. La plupart sont aplatis, et circulaires ou ovoïdes. D'autres présentent une forme triangulaire. Un assez grand nombre n'affecte aucune forme déterminée ; ils représentent le groupe des ganglions irréguliers parmi lesquels se rangent les plus volumineux.

Les ganglions d'un certain volume présentent souvent au point d'entrée et de sortie des principaux vaisseaux sanguins une dépression qui a reçu le nom de *hile*. Sur les ganglions plus petits le hile fait défaut.

Ces organes occupent les régions les plus riches en tissu conjonctif.

Dans les membres ils répondent aux grandes articulations et se groupent du côté de leur flexion. Au voisinage du tronc c'est au-devant de l'articulation de la hanche et au-dessous de celle de l'aisselle qu'ils se rassemblent en grand nombre. Partis de ces deux centres, ils se prolongent en longues trainées autour des gros vaisseaux qui convergent vers les veines caves.

Ils se trouvent presque partout entourés d'un tissu cellulo-adipeux plus ou moins lâche, qui se montre surtout très abondant dans le thorax et au-devant du rachis sur toute sa longueur.

Considérés dans leurs rapports, ils ont pour attribut commun leur situation sous-aponévrotique. Ceux du pli de l'aîne, qui semblent sous-cutanés, sont recouverts aussi par une lame fibreuse. Ceux de la glande parotide, qui ont été divisés par quelques auteurs en sous-cutanés et sous-aponévrotiques, sont tous sous-jacents à l'aponévrose. Il en est de même de ceux de la région mastoïdienne, de la région sous-occipitale et de la région sous-maxillaire.

§ 2. — STRUCTURE DES GANGLIONS.

Lorsqu'on divise ces organes, on remarque souvent sur les coupes que leur partie périphérique présente une teinte plus claire et leur partie centrale une teinte plus foncée ; de là cette opinion assez généralement admise qu'ils sont formés de deux substances, l'une superficielle ou *corticale*, l'autre profonde, centrale ou *médullaire*.

Cette distinction, fondée sur une simple différence de coloration, ne répond à aucune réalité. La substance corticale constituée par les divisions terminales des vaisseaux afférents emprunte à ceux-ci la couleur qui leur est propre. La substance médullaire, essentiellement composée de gros capillaires, est redevable de sa teinte plus sombre à l'extrême multiplicité des globules blancs accumulés dans leur cavité. Souvent du reste la surface des coupes offre une couleur uniforme.

Une donnée capitale domine toute l'histoire des ganglions. Ils sont la source principale des globules blancs. Or ces globules ne se forment pas de toutes pièces ; ils naissent, par voie de bipartition ou de dédoublement, d'autres globules. Où s'accomplit ce travail de prolifération ? Est-ce en dehors des vaisseaux lymphatiques ? ou dans leur cavité ? Les histologistes modernes ne semblent pas avoir compris tout l'intérêt qui s'attache à cette question, et en laissant planer le doute sur un point aussi important ils sont tombés dans l'obscurité. Leurs descriptions sont ténébreuses et presque inintelligibles.

Pour apporter dans une étude aussi difficile un peu plus de lumière, il importe de tenir compte des nécessités de la physiologie. Commençons

donc par déclarer hautement que la prolifération des globules blancs s'opère dans les voies lymphatiques, et dans toute l'étendue de ces voies, mais surtout dans les ganglions qui forment sur leur trajet autant de lacs dans lesquels les globules s'arrêtent et séjournent momentanément. C'est pendant ce temps d'arrêt qu'ils se divisent, qu'ils se doublent, et qu'ils se multiplient dans une forte proportion.

Ces considérations préliminaires rappelées, abordons l'étude de la structure des ganglions. La méthode des coupes n'a donné jusqu'ici entre les mains des observateurs les plus compétents et les plus habiles que des résultats confus; elle s'est montrée impuissante à résoudre cet important problème. Consultons la méthode des dissociations: elle nous a permis de décrire plus complètement qu'on ne l'avait fait la structure des vaisseaux lymphatiques; elle nous aidera aussi à élucider celle des ganglions sur lesquels planent encore tant de mystères et de dissidences.

Ces organes sont composés: 1° d'une enveloppe musculaire, de la face interne de laquelle partent d'innombrables prolongements de même nature qui se répandent dans toute leur épaisseur; 2° de gros capillaires lymphatiques dans lesquels s'ouvrent les ramifications terminales des vaisseaux afférents, et desquels partent les premières radicules des vaisseaux efférents. A ces deux principaux éléments viennent se joindre des artères, des veines, des capillaires sanguins, des filets nerveux, des fibres élastiques et des vésicules adipeuses.

A. Enveloppe musculaire des ganglions et prolongements qui partent de sa face interne. — Cette enveloppe est encore décrite par tous les auteurs sous le nom d'enveloppe fibreuse. Seulement quelques-uns ajoutent qu'elle contient dans son épaisseur des fibres musculaires. Or elle est exclusivement composée de ces fibres; la méthode des dissociations met ce fait hors de doute.

Les fibres lisses qui la forment sont groupées en faisceaux aplatis et rubanés, d'inégale largeur, offrant sur une foule de points une disposition lamelleuse. Ces faisceaux lamelliformes sont extrêmement nombreux. Ils ne suivent aucune direction déterminée, mais se croisent dans tous les sens, en sorte que l'enveloppe des ganglions est essentiellement plexiforme. Elle reste très mince, du reste, sur toute son étendue. Par sa face externe elle répond au tissu conjonctif environnant qui représente pour les ganglions une seconde enveloppe, à laquelle se mêlent le plus habituellement des cellules adipeuses, en quantité très variable. Par cette face aussi elle se trouve en rapport avec les vaisseaux afférents qui la recouvrent presque entièrement de leurs divisions terminales. Celles-ci la traversent ensuite pour se diviser et s'anastomoser encore sous sa face interne.

Les prolongements qui naissent de cette face interne sont extrêmement nombreux. Ils font suite aux faisceaux rubanés de l'enveloppe dont ils se séparent après un trajet d'étendue variable, pour pénétrer dans l'épaisseur des ganglions. Les histologistes, sans se prononcer sur leur nature, les ont décrits sous le nom de *trabécules*. Parties de l'enveloppe, celles-ci, très minces et lamelliformes, pénètrent dans l'épaisseur des renflements ganglionnaires, cheminent dans toutes les directions, et se montrent aussi nombreuses à leur centre qu'à leur périphérie. Dans leur trajet, elles se divisent, s'unissent fréquemment et circonscrivent ainsi d'innombrables aréoles, d'inégales dimensions, s'ouvrant largement les unes dans les autres.

L'enveloppe des ganglions et les prolongements qui en dépendent ne sont ni également développés, ni également faciles à observer chez tous les mammifères. C'est surtout chez les ruminants et particulièrement sur le bœuf et le mouton qu'ils se montrent dans toute leur évidence. Leur étude est plus difficile chez le cheval et chez le chien. Cependant j'ai réussi à les voir aussi très bien chez ces deux quadrupèdes et chez

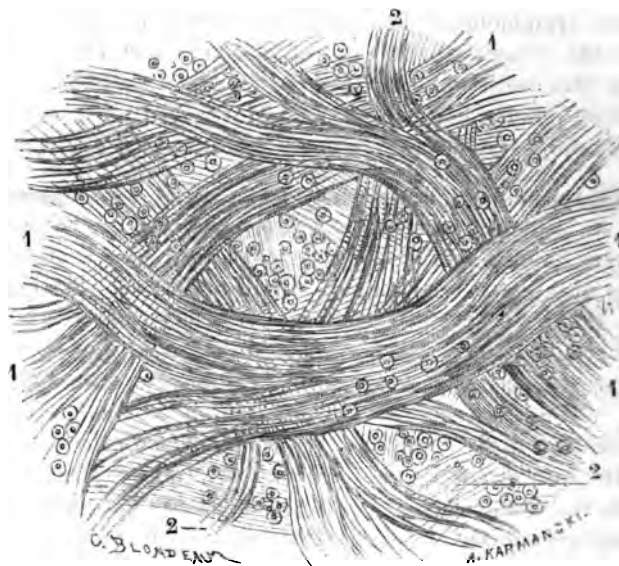


FIG. 93. — Faisceaux musculaires qui forment l'enveloppe des ganglions chez le bœuf et tous les autres vertébrés.

1, 1, 1, 1, 1, larges faisceaux musculaires, aplatis et lamelliformes, qui s'entrecroisent et constituent l'enveloppe des ganglions chez le bœuf, chez l'homme et chez tous les mammifères. — 2, 2, faisceaux plus petits et plus profonds entre lesquels on voit de nombreux globules blancs.

l'homme. Je possède quelques préparations de ces mammifères sur lesquelles toutes les trabécules musculaires sont bien apparentes et à peu près aussi nombreuses que sur le bœuf.

B. Gros capillaires lymphatiques. — Ces gros capillaires constituent l'élément fondamental des ganglions lymphatiques; ils en forment la masse principale. C'est dans leur cavité que s'accumulent les globules apportés par les vaisseaux afférents; c'est dans leur cavité que ces globules, pendant la durée variable de leur séjour, se dédoublent et se multiplient; ils représentent, en un mot, autant de laboratoires dans lesquels s'élabore la lymphe.

Jusqu'à présent ils n'avaient été ni décrits ni signalés. Les occasions sont rares, en effet, qui permettent de les observer et d'en prendre une notion exacte. Dans le cours de mes longues recherches, j'en ai rencontré trois qui m'ont donné à cet égard pleine satisfaction. Je les ai vus pour la première fois chez le dauphin; un peu plus tard, chez l'homme, et à peu près vers la même époque, chez le mouton. Dans ces trois cas les ganglions qu'il m'a été donné d'observer et d'étudier appar-

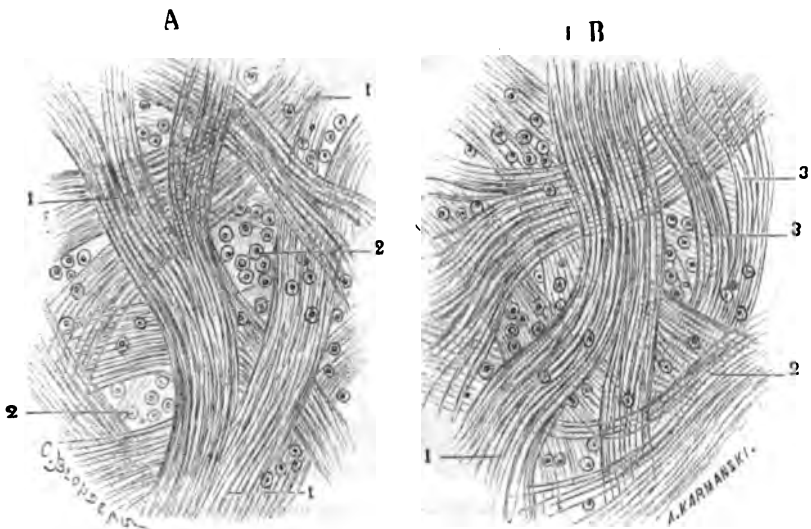


FIG. 94. — Trabécules musculaires des ganglions.

A. Trabécules musculaires des ganglions du chien. — 1, 1, 1, ces trabécules, de forme lamelleuse, cheminant dans la trame vasculaire des ganglions, en se divisant, s'unissant, et circonscrivant des mailles que traversent les petits et les gros capillaires. — 2, 2, globules blancs disséminés autour des trabécules profondes.

B. Trabécules musculaires des ganglions du mouton. — 1, 2, trabécules s'entrecroisant dans leur trajet. — 3, 3, leurs divisions.

tenaient au mésentère. La lymphe s'était coaguée sous l'influence de conditions morbides que je ne puis définir. Les gros capillaires contenaient d'innombrables globules blancs, bien reconnaissables et absolument immobilisés.

Sur le dauphin, ces gros capillaires avaient atteint pour la plupart un volume considérable; les autres étaient moins développés, mais remarquables aussi par leur calibre. Tous s'anastomosaient; vus dans leur ensemble, ils formaient un plexus. Entre eux et sur toute leur périphérie on voyait une foule de trabécules musculaires qui les croisaient et qui en étaient bien manifestement indépendantes. Dans leurs intervalles aussi cheminaient des artères et des veines.

Sur le mouton, je constatais les mêmes faits; j'avais aussi sous les yeux de gros capillaires dilatés et anastomosés, remplis d'une lymphe coaguée, présentant également une forme cylindrique et des contours bien arrêtés.

Les ganglions mésentériques que j'ai observés chez l'homme appartenaient à un enfant de deux ans. Tous les gros capillaires étaient par-

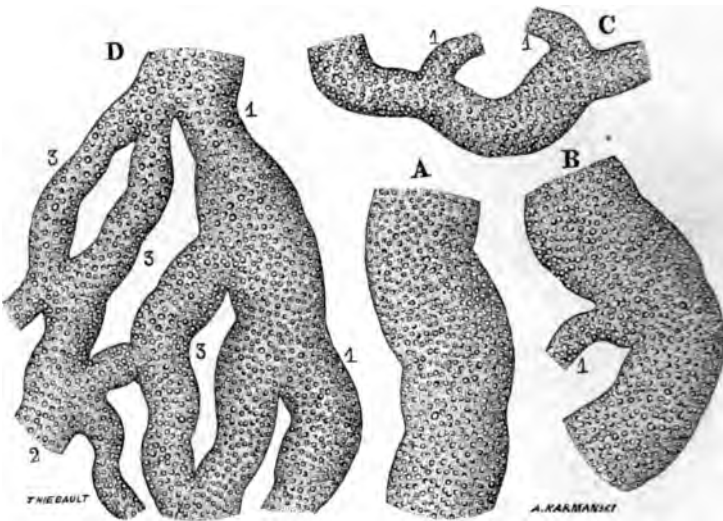


FIG. 95. — Gros capillaires des ganglions du dauphin.

A. Un gros capillaire à contour nettement délimité. — Il est rempli de globules blancs immobilisés par la coagulation du plasma de la lymphe.

B. Gros capillaire curviligne, rempli aussi de cellules lymphatiques. — 1, capillaire plus petit naissant de son contour.

C. Un capillaire de moindre calibre et plus contourné. — 1, 1, divisions qui en partent pour se porter vers d'autres capillaires avec lesquels elles s'anastomosent.

D. Plexus de gros capillaires. — 1, 1, un gros capillaire à direction sinucuse. — 2, 3, 3, 3, autres capillaires qui s'anastomosent.

faitement distincts et assez régulièrement calibrés. Ils confirmaient les détails que je viens de rapporter.

Sur un très grand nombre de ganglions à l'état sain que j'ai soumis à l'examen microscopique, et qui appartenait pour la plupart à l'homme, j'ai retrouvé quelques débris de ces mêmes capillaires; mais on ne les distinguait qu'imparfaitement, les globules qui les remplissent s'échappant de tous côtés.

Les parois de ces gros capillaires étaient formées par une substance amorphe et, sans doute aussi, par des cellules endothéliales.

Les trois faits que je viens de mentionner étaient si nets et si probants qu'ils m'autorisent à considérer la partie centrale ou médullaire des ganglions comme essentiellement formée par ce plexus de gros capillaires.

Cette partie médullaire serait composée, pour la plupart des histologistes, de cordons qui constituent à leurs yeux la substance propre ou le parenchyme de ces organes. Ces cordons, à mon avis, correspondent aux gros capillaires que je viens de décrire. Comme ceux-ci, ils sont

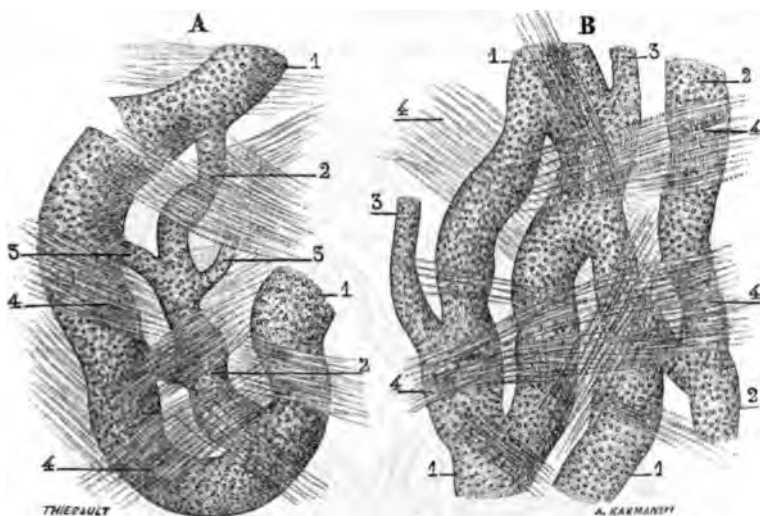


FIG. 96. — Gros capillaires des ganglions du mouton entourés de trabécules musculaires qui les croisent en tous sens.

A. Gros capillaire à direction flexueuse, brisé sur un point de sa longueur. — 1, 1, ses extrémités. — 2, 2, capillaire plus petit s'étendant de l'une à l'autre de ces extrémités à la manière d'une anastomose. — 3, 3, divisions qui partent de ces anastomoses. — 4, 4, trabécules musculaires.

B. Plexus de gros capillaires. — 1, 1, 1, ces gros capillaires. — 2, 2, un capillaire plus petit. — 3, 3, capillaires de très petites dimensions. — 4, 4, 4, 4, trabécules qui les croisent en tous sens.

surtout caractérisés par l'abondance des leucocytes qui entrent dans leur composition. Seulement les auteurs qui admettent l'existence de ces cordons ne s'expriment pas clairement sur la situation relative des cellules lymphatiques; celles-ci sont-elles intra ou extra-vasculaires? ils semblent douter; j'ose dire qu'elles sont situées dans les vaisseaux; telle était leur situation dans les trois faits que j'ai pu observer.

Cette première question étant résolue, nous avons maintenant à étudier les connexions qu'affectent les gros capillaires, d'une part avec les divisions terminales des afférents, de l'autre avec les premières radicules des efférents.

a. *Connexions des gros capillaires avec les afférents.* — Arrivés sur la périphérie des ganglions, les afférents se divisent et se terminent par des ramuscules à calibre décroissant. Le nombre de leurs divisions terminales est extrêmement variable. Quelques-uns se divisent peu; mais le plus grand nombre se ramifient assez pour recouvrir de leurs divisions une grande partie des ganglions. On voit alors ces divisions s'anastomoser et former à leur surface un important plexus qui en augmente très notablement le volume.

Après les avoir ainsi recouverts, leurs dernières divisions pénètrent

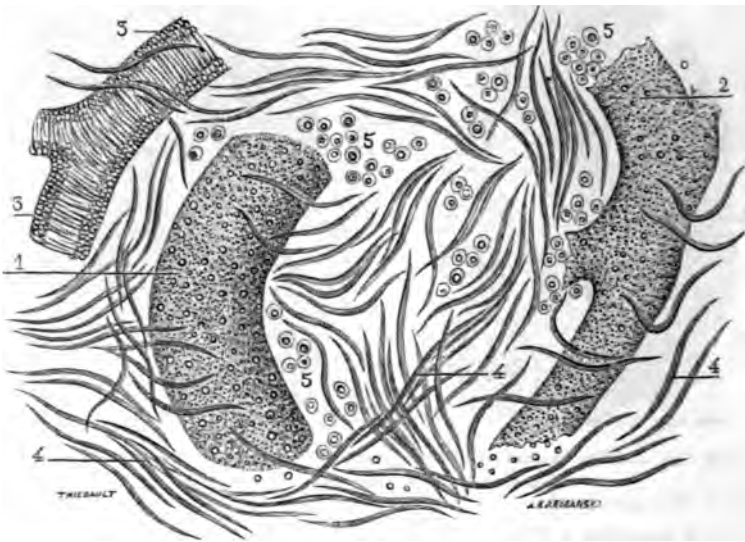


FIG. 97. — Gros capillaires des ganglions de l'homme.

1, gros capillaire rempli de globules blancs. — 2, un autre capillaire duquel partaient deux divisions. — 3, ramuscule artériel. — 4, 4, fibres musculaires dissociées des trabécules, beaucoup plus longues que celles des vaisseaux. — 5, cellules lymphatiques sortant de la cavité d'un gros capillaire.

dans les ganglions, et s'anastomosent encore au-dessous de leur enveloppe. De là un réseau sous-musculaire composé de simples capillaires. Ce réseau capillaire ou périphérique présente comme le précédent une épaisseur variable. C'est à ce réseau que la plupart des auteurs ont donné le nom de substance corticale. Ses mailles sont entrecoupées de toutes parts par les trabécules qui se portent vers la substance médullaire, c'est-à-dire vers les gros capillaires. Les histologistes, ayant étudié ce réseau sur des coupes, n'ont pu en prendre qu'une notion bien imparfaite. Ce n'est pas en le coupant, en le morcelant, en le divisant par tranches qu'on peut se rendre compte de sa nature, de son origine et de sa composition. Lorsqu'il s'agit de vaisseaux et de réseau, c'est aux injections qu'il faut s'adresser pour s'éclairer sur les détails relatifs à leur étude.

La partie périphérique des ganglions est constituée en résumé par un réseau de petits capillaires sous-jacent à leur enveloppe, par les trabécules qui le traversent en s'unissant entre elles, par les artères qui le traversent aussi, pour se porter vers les parties profondes, par les veines qui les accompagnent, et par quelques faisceaux de tissu conjonctif situés

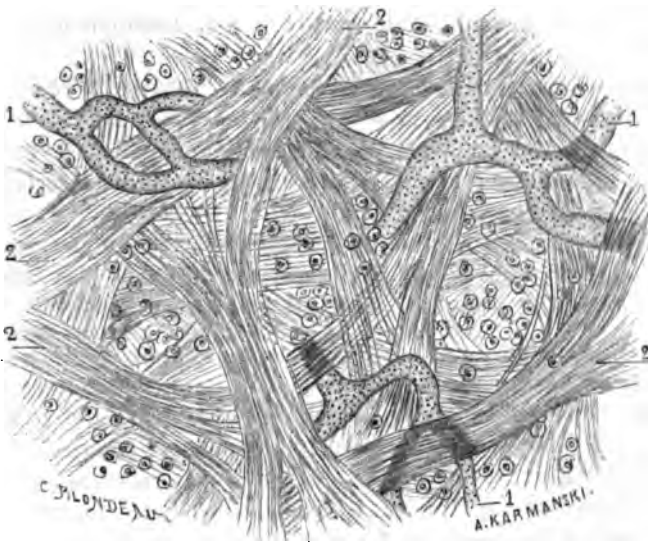


FIG. 98. — Vaisseaux lymphatiques et trabécules musculaires de la partie centrale des ganglions de l'homme.

1, 1, 1, vaisseaux lymphatiques dont les globules sont sortis pour la plupart, et dont le calibre s'est rétracté. — 2, 2, 2, 2, innombrables trabécules musculaires qui les croisent en tous sens, en circonscrivant des mailles dans lesquelles sont disséminés des globules blancs.

sur le trajet des principaux vaisseaux. De la réunion de ces éléments résulte une couche complexe, d'inégale épaisseur, essentiellement vasculaire, entourant le plexus des gros capillaires, avec lequel elle se continue, et dont elle ne diffère en réalité que par le moindre calibre des vaisseaux qui en représentent l'élément principal. Ce réseau périphérique de petits capillaires se continue avec les gros capillaires. Cette continuité est démontrée aussi par les injections.

Lorsqu'on injecte les vaisseaux lymphatiques des membres, le mercure assez souvent passe de ganglions en ganglions, sans que ceux-ci présentent la moindre solution de continuité. Chez une femme dont j'injectais les vaisseaux du membre supérieur pendant les chaleurs de l'été, le métal avait traversé tous les ganglions de l'aisselle ; et il était parvenu sans rupture aucune jusque dans les ganglions de la base du cou.

Autre fait confirmatif des précédents. Injectant les vaisseaux lymphatiques de l'ovaire chez un lapin, j'ai vu le mercure traverser les ganglions de la région lombaire, arriver jusque dans le canal thoracique et le remplir. Ce procédé est même celui qui convient le mieux pour découvrir ce canal. En piquant le plexus situé sur le hile de la glande, on injecte à l'instant même tous les vaisseaux lymphatiques qui en partent, et le métal, le plus habituellement, arrive aussitôt dans le canal.

Ainsi, en injectant les afférents, on injecte aussi : 1° le réseau sous-musculaire des ganglions ; 2° le réseau de leurs gros capillaires ; 3° les efférents ; ajoutons que, lorsqu'une rupture se produit dans les ganglions pendant l'injection, celle-ci s'arrête brusquement, le métal sortant alors des voies lymphatiques.

On ne saurait donc contester que le réseau formé au-dessous de l'enveloppe musculaire par les dernières divisions des afférents, communique facilement et largement avec les gros capillaires.

b. *Connexions des gros capillaires avec les premières radicules des efférents.* — Ces premières radicules s'anastomosent entre elles et forment un réseau intra-ganglionnaire s'étendant des gros capillaires au point d'émergence des efférents. Ce réseau se compose aussi de petits capillaires. Il ne diffère de celui qui représente la partie terminale des afférents que par sa moindre étendue. Celui des afférents embrasse toute la périphérie des ganglions. Celui des efférents n'occupe dans l'épaisseur de ces organes qu'un espace relativement très limité. Les ramuscules auxquels il donne naissance convergent et se portent directement vers le point de départ des efférents.

La terminaison des afférents est compliquée, puisqu'ils s'anastomosent d'abord en dehors des ganglions, puis au-dessous de leur enveloppe. Le mode d'origine des efférents est plus simple. Le réseau qui

les précède communique avec les gros capillaires, mais ne communique pas avec celui des afférents. Ces deux réseaux n'entrent en communication que par l'intermédiaire des gros capillaires.

Pour démontrer que ceux-ci relient le réseau terminal des afférents au réseau d'origine des efférents, c'est encore aux injections qu'il faut avoir recours. Qu'on plonge la pointe du tube dans ces gros capillaires, en l'introduisant jusqu'au centre des ganglions, à l'instant même on voit les efférents se remplir de mercure, et jamais le métal ne reflue vers les afférents. Ce double résultat, on l'obtient constamment lorsque les ganglions sont en état de bonne conservation.

Des faits et considérations qui précèdent, nous sommes autorisé à conclure que les ganglions sont essentiellement composés de capillaires lymphatiques, constituant trois réseaux :

1° Un réseau périphérique et sous-musculaire dans lequel se terminent les afférents ;

2° Un réseau de gros capillaires occupant le centre des ganglions, en formant la plus grande partie et comparable à une sorte de lac dans lequel les globules tombent, séjournent, s'accumulent, puis se déboulent et se multiplient ;

3° Un réseau constitué comme le premier de fins capillaires duquel partent les efférents.

Cette conclusion simple et claire diffère-t-elle beaucoup de l'opinion qui a cours dans la science et qui est surtout fondée sur les recherches de His? elle n'en diffère sérieusement que sur un point. Mais ce point est capital : His et la plupart des histologistes, mal servis par la méthode des coupes, n'ont pas cherché à interpréter les faits que leur montrait cette méthode. Ils semblent oublier que les ganglions sont pour les globules des organes de prolifération ; ils ne nous disent pas où vont ces globules en sortant des afférents. Ils gardent le silence sur leur situation précise. Sont-ils situés dans les vaisseaux? sont-ils situés en dehors? s'ils sont situés en dehors, comme on pourrait le croire en lisant leurs descriptions, comment y pénètrent-ils? autant de questions, autant de points obscurs qu'ils ne cherchent pas à élucider. Mais de toutes ces obscurités n'accusons que la méthode qu'ils ont employée : méthode absolument défectueuse pour cette étude, et à laquelle il faut renoncer si nous voulons enfin sortir des nuages accumulés sur ce point de la science.

C. Vaisseaux sanguins, nerfs, tissu conjonctif, fibres élastiques, vésicules adipeuses. — Les vaisseaux sanguins des ganglions sont remarquables aussi par leur grande abondance ; peu d'organes sont aussi vasculaires. Lorsqu'on les injecte avec une solution très pénétrante, ils semblent en être presque exclusivement composés.

Les artères pénètrent dans leur épaisseur par des points divers. La plus importante répond en général à leur hile. Elles se divisent dès leur entrée et se partagent chemin faisant en un très grand nombre de branches à calibre décroissant, qui s'anastomosent entre elles et avec celles des artérioles voisines. Il est facile de dissocier leurs fibres musculaires, et de les isoler assez complètement pour en mesurer le diamètre et la longueur. On peut alors reconnaître que ces fibres des vaisseaux sont beaucoup plus courtes que celles des trabécules.

Les veines suivent le trajet des artères dont elles accompagnent aussi les principales divisions. Leurs anastomoses ne sont pas moins fréquentes. La méthode des dissociations permet également de décomposer leur tunique musculaire en couches, en faisceaux et en fibres qu'on voit flotter au milieu des globules blancs.

Les capillaires sanguins sont disposés dans les ganglions comme dans les autres organes. Comparés aux gros capillaires lymphatiques, ils en diffèrent considérablement par leur calibre. La pointe du tube à injection plongée au hasard dans la substance médullaire ou centrale ne pénètre jamais dans les vaisseaux sanguins à l'état normal, mais rencontre toujours un gros capillaire dans lequel le mercure se précipite. En serait-il ainsi si ces gros capillaires méritaient les noms de cordons et de parenchyme que leur donnent les histologistes allemands? Si ces cordons avaient une existence distincte de celle de ces gros capillaires, s'ils étaient situés en dehors ou autour de ceux-ci, verrions-nous un tel résultat se produire si constamment? Le mercure ne s'épancherait-il pas au contraire en masse globuleuse s'irradiant dans tous les sens?

Quels sont les rapports des vaisseaux sanguins avec ces gros capillaires? Ils se comportent à leur égard comme les trabécules, cheminant dans leurs intervalles, les croisant, les entourant et prenant une part importante dans la composition de la substance médullaire. Celle-ci est constituée en résumé par ces capillaires, par les trabécules, par les vaisseaux sanguins, mais surtout par les premiers auxquels les deux autres éléments se trouvent subordonnés.

Quelques filets nerveux pénètrent dans les ganglions. Leur existence n'est pas contestable; mais ils sont toujours peu nombreux, et en général d'un petit volume. Les tubes qui les composent sont destinés sans doute aux trabécules, à la tunique musculaire des artères et des veines, et peut-être aussi aux autres éléments dans la nutrition desquels ils rempliraient un rôle utile.

Les faisceaux de tissu conjonctif se mêlent aux faisceaux entre-croisés de l'enveloppe musculaire, mais ne tiennent dans sa composition qu'une place secondaire. D'autres se joignent aux vaisseaux sanguins pour les accompagner dans la première partie de leur trajet; plus profondément ils semblent disparaître.

Les vésicules adipeuses sont abondantes chez certains individus; elles se groupent en amas ou îlots d'étendue variable et sous-jacents en général à l'enveloppe des ganglions.

§ 3. — FONCTIONS DES GANGLIONS.

Les ganglions ont pour fonctions d'arrêter momentanément les globules blancs dans leur trajet, et d'en multiplier le nombre dans une très grande proportion.

Pour suspendre le cours de ces globules, le procédé employé par la nature est très simple; il lui a suffi de creuser au centre des ganglions de larges canaux anastomosés et formant par leur ensemble une sorte de lac. En tombant dans ce lac les globules s'arrêtent. Jusque-là ils étaient peu nombreux. La différence est grande sous ce point de vue entre les afférents et les efférents. Dans les premiers ils se montrent presque partout très clairsemés; dans les seconds ils remplissent la cavité des vaisseaux et se trouvent en contact immédiat.

Les globules entrants se dédoublent dans le lac central; ils se multiplient pendant la durée de leur séjour. Les globules sortants sont les descendants de ceux qui les ont précédés; ce sont des globules de seconde, de troisième, de quatrième génération, d'où leur multiplicité croissante à mesure qu'ils se rapprochent de l'appareil circulatoire dans lequel ils se répandent.

Cette prolifération des globules blancs dans les ganglions est un phénomène qui a été longtemps méconnu, mais qui n'est plus contesté aujourd'hui. Elle n'est pas seulement démontrée par leur plus grande abondance dans les vaisseaux efférents. Elle est attestée surtout par les caractères propres de ces globules. Dans les ganglions et à leur sortie de ces organes ils ne sont pas encore en pleine possession de tous les attributs qui les caractérisent dans le canal thoracique et surtout dans la masse sanguine. Ce sont de jeunes globules, des globules en voie de formation qui achèveront plus loin leur complète évolution.

Ces jeunes globules sont constitués surtout par leur noyau, alors, relativement très volumineux. Le protoplasme ne forme autour des noyaux qu'une très mince couche, et cette couche ne les entoure pas entièrement, car le noyau adhère à l'enveloppe. Les leucytes sont d'une extrême petitesse et à peine visibles. Tel est l'aspect des globules au début de leur développement. Quelques-uns cependant sont un peu plus gros, et pourvus d'un protoplasme plus apparent.

Les ganglions ont donc pour attribution essentielle de présider à l'élaboration et à la multiplication des globules blancs. Ils en sont la principale source. Arrivés dans l'appareil circulatoire, ces globules

continuent à se multiplier par le même procédé. Sur un jeune têtard j'ai vu cheminer au milieu des globules rouges, des globules blancs en voie d'évolution.

Pour comprendre toute l'importance du rôle que remplissent ces organes, il faut connaître la haute destination des globules blancs. Or nous allons voir qu'ils sont destinés à se transformer en globules rouges. La méthode des dissociations, qui nous a déjà éclairés sur tant de points encore obscurs, nous montrera cette transformation et nous en fera connaître le mécanisme.

CHAPITRE III

DES ÉLÉMENTS FIGURÉS DU SANG ET DE LA LYMPHE

Ces éléments sont de deux ordres, les globules blancs ou *leucocytes* et les globules rouges ou hématies. Ces deux ordres de globules diffèrent beaucoup par leur aspect. Diffèrent-ils aussi par leur constitution? Essayons de démontrer que sous ce dernier point de vue la différence est seulement apparente. La méthode des dissociations va nous permettre de retrouver chez les uns et les autres les mêmes éléments semblablement disposés. Les globules rouges sont pénétrés d'hémoglobine; les globules blancs en sont dépourvus. Enlevons aux premiers leur principe colorant, ils reviendront à l'état de globules blancs; chargeons ceux-ci de ce même principe, ils passeront à l'état de globules rouges. Telle est l'expérience chimique à réaliser pour démontrer leur identité de composition et aussi leur identité d'origine.

Afin d'établir sur une base expérimentale irréprochable la doctrine de l'identité des deux ordres de globules, nous allons d'abord étudier la structure des globules blancs; nous enlèverons ensuite aux globules rouges leur principe colorant, et sous ce voile nous retrouverons tous les éléments des leucocytes.

§ 1^{er}. — GLOBULES BLANCS.

Chez les invertébrés, ces globules sont les seuls qui existent. Chez les animaux supérieurs, on observe les deux ordres de globules. Mais qu'on les étudie chez les animaux sans vertèbres ou chez les vertébrés, les globules blancs ne diffèrent pas. Possédant des caractères semblables dans toute la série zoologique, il nous suffira d'en exposer les caractères communs ou généraux.

A leur sortie des vaisseaux, les globules blancs, lorsqu'on les voit dans le plasma, qui les tient en suspension et qui forme leur véhicule naturel, conservent d'abord leur forme, leurs dimensions, leur aspect normal. Mais après quelques instants d'attente on voit des prolongements pâles, extrêmement irréguliers, partir de leur périphérie, en se dirigeant dans tous les sens. Ces prolongements, ou expansions sarcoïdiques, expansions amiboïdes, varient à l'infini de direction, de longueur et de largeur. Aucun ne conserve une configuration fixe; ils poussent des prolongements de second et troisième ordre, se modifient incessamment, puis rentrent et reparaissent sous une autre forme. Ils rappellent les pseudopodes et les rhizopodes des animaux unicellulaires. Nés du protoplasme dont ils font partie, ils en partagent toutes les propriétés et particulièrement le mode de contractilité.

Soumis à l'action des réactifs avant l'apparition des expansions amiboïdes, les globules blancs ne tardent pas à prendre la forme sphérique. Si le réactif vient les surprendre au moment où ils sont en pleine expansion, leurs prolongements s'atténuent, rentrent, disparaissent assez rapidement, et alors le tableau change entièrement d'aspect. On n'aperçoit plus que des globules dont les trois éléments se trouvent en complète évidence.

Plusieurs réactifs peuvent produire ce résultat. L'acide acétique au 50° est celui qui mérite la préférence. Si, au lieu de la lymphe d'un invertébré, on examine le sang rouge de l'homme ou d'un animal quelconque, à l'instant même on reconnaît au milieu des globules rouges les globules blancs bien distincts, et caractérisés chacun par leurs trois éléments.

Chacun d'eux en effet est reconnaissable à son noyau, à son protoplasme, à son enveloppe.

a. Le *noyau* est toujours unique. Quelques auteurs avancent, mais bien à tort, qu'il en existe quelquefois deux, trois et même quatre. Ils sont tombés dans l'erreur pour n'avoir pas fait une étude assez générale et assez approfondie des cellules. Les deux ou quatre noyaux qu'ils mentionnent sont des cellules filles. Un grand nombre de globules en effet sont en voie de dédoublement; on trouve alors dans la cellule mère, deux jeunes cellules qui souvent sont aussi en voie de bipartition; c'est alors qu'on croit voir dans sa cavité quatre petits noyaux, lesquels appartiennent à quatre cellules filles, et se trouvent entourés chacun de leur protoplasme; mais, lorsque les globules blancs ne sont pas en voie de prolifération, ils ne contiennent qu'un noyau.

La situation de ce noyau pour la plupart des auteurs serait centrale. D'après mes recherches, elle est périphérique. Ce noyau répond à l'enveloppe et lui adhère. Il est facile de le constater. En plaçant sur le champ

du microscope un certain nombre de leucocytes, pris sur un animal quelconque, sur l'huitre, par exemple, où ils existent en grand nombre, on peut remarquer, en leur imprimant un mouvement de rotation autour de leur axe, que le noyau tourne de manière à se montrer tantôt supérieur, tantôt inférieur, tantôt à droite, tantôt à gauche. S'il est situé en haut, il paraît central ; mais, lorsqu'il tourne un peu lentement, on le voit se porter à droite, puis en bas, puis à gauche, et revenir à sa situation première. Cette observation est un peu délicate à faire ; mais elle est parfaitement nette et concluante. Le noyau est donc sous-jacent à l'enveloppe et adhérent à celle-ci.

Sa constitution rappelle celle de tous les noyaux des autres cellules. Il est plus ou moins volumineux, sphérique et d'aspect granuleux. Une mince membrane en forme la surface. Au-dessous de cette enveloppe se trouvent le suc cellulaire et les filaments de chromatine qui se présentent à l'œil de l'observateur sous la forme de granules.

b. Le protoplasme entoure toute la partie du noyau qui n'adhère pas à l'enveloppe. Il forme une couche dont l'épaisseur varie selon les espèces animales. Ses caractères sont ceux aussi qui le distinguent dans toutes les autres cellules.

c. Dans ce protoplasme flottent des leucytes dont le nombre et le volume varient considérablement. Souvent ils sont très petits et modérément nombreux ; le protoplasme alors est transparent. Quelquefois ils sont plus gros, mais encore en petit nombre ; ils deviennent dans ce cas très manifestes et se rapprochent de manière à former un ou deux groupes, occupant une partie plus ou moins grande de la cellule. Assez fréquemment les leucytes, plus développés, et de teinte plus sombre, donnent au protoplasme l'aspect framboise bien connu des histologistes. C'est donc au nombre et au volume de ces leucytes que les globules blancs sont redevables des variétés qu'ils présentent, variétés en réalité peu importantes ; que les leucytes soient plus ou moins volumineux et plus ou moins nombreux, la composition des cellules lymphatiques reste la même.

d. L'enveloppe des globules blancs ne diffère pas de celle des autres cellules. Elle dérive aussi d'une simple condensation de la couche périphérique du protoplasme, et présente toutes les propriétés de celui-ci, sa transparence, son homogénéité, sa grande perméabilité, en sorte que les leucocytes, par voie d'osmose, communiquent largement avec les cellules et les liquides qui les entourent.

En résumé, après avoir étudié les globules blancs dans toute la série zoologique, les vers, les insectes, les arachnides, les crustacés et les mollusques ; après les avoir observés aussi dans le sang, dans les vais-

seaux lymphatiques, dans les ganglions et sur tous les principaux points où on les rencontre, j'arrive aux conclusions suivantes :

1° Ces globules présentent d'assez grandes variétés de nombre, de volume, de forme et d'aspect, selon les espèces animales et selon les conditions où se place l'observateur pour les étudier ; mais tous se composent de quatre éléments : un noyau, un protoplasme, des leucytes et une enveloppe ;

2° Ainsi constitués ils appartiennent à la classe des cellules ; ils en possèdent tous les attributs, et toutes les propriétés physiques et physiologiques ;

3° Qu'on les considère chez les invertébrés ou chez les vertébrés, les cellules lymphatiques ramenées à leurs quatre principaux éléments se montrent identiques dans toute la série animale.

Ces conclusions posées, abordons l'étude des globules rouges. Étudions les caractères qui leur sont propres et voyons si par des réactions chimiques opposées à celles qui se produisent dans les poumons, où les globules s'oxygènent et se colorent, nous pourrions les désoxygéner, les décolorer et les ramener à l'état de simples leucocytes.

§ 2. — GLOBULES ROUGES.

Ces globules diffèrent de nombre, de volume et de forme, selon qu'on les observe chez les poissons, les batraciens, les reptiles et les oiseaux, ou chez les mammifères.

Dans les quatre dernières classes de l'embranchement des vertébrés, ils sont moins nombreux, beaucoup plus gros et de forme ovoïde ; chez les mammifères, ils sont infiniment plus abondants, beaucoup plus petits, circulaires et discoïdes.

A. Globules rouges des quatre dernières classes de vertébrés, ou globules ovoïdes. — Ces globules présentent une coloration d'un rouge jaunâtre ; ils sont aplatis et limités par un contour très régulièrement ovalaire. Vus par leur contour, on remarque qu'ils présentent deux faces légèrement convexes et semblables. Ce mode de configuration est celui de tous les globules des ovipares. Il existe cependant quelques exceptions ; ainsi, chez la lamproie, ils sont sphériques.

Leur aspect est uniforme. Étudiés à leur sortie des vaisseaux et sans réactifs, ils semblent homogènes. C'est bien vainement en général qu'on cherche dans leur épaisseur les éléments que nous avons vus dans les globules blancs.

Après les avoir vus oxygénés et colorés, tels qu'ils sont dans l'appareil circulatoire, essayons de les désoxygéner et de les décolorer, en

partie d'abord, puis complètement. La méthode des dissociations nous donnera pour atteindre ce but pleine satisfaction (1).

Prenons successivement le sang des poissons, des batraciens, des reptiles, des oiseaux, des mammifères et celui de l'homme.

a. *Sang de la raie*. — Le sérum iodé fait apparaître presque aussitôt le noyau et les leucytes des globules. Mais le bichromate de potasse uni au sulfate de soude et à l'acide acétique est bien préférable ; c'est le réactif par excellence des globules rouges dans toute la série des vertébrés. Il met immédiatement en évidence les quatre éléments de ces globules et les ramène ainsi, en les décolorant, à l'état de globules blancs. Ce réactif sera ainsi composé :

Bichromate de potasse	2 grammes.
Sulfate de soude	10 —
Eau distillée.....	500 —

Sous l'influence de la chaleur ces deux sels se dissolvent rapidement. Après leur complète dissolution, on conserve le liquide dans un flacon ; puis on verse dans une éprouvette graduée de la contenance de 50 grammes :

- 1° 30 grammes de la solution qui précède ;
- 2° 15 grammes d'acide acétique à 90 degrés.

L'acide acétique purifié est à 40 degrés, et l'acide acétique cristallisable à 98 degrés. Mais ce dernier a l'inconvénient de se cristalliser dans le flacon qui le contient. Pour éviter cet inconvénient, j'y ajoute un dixième d'eau distillée. Je le ramène ainsi à 90 degrés environ ; il reste alors indéfiniment à l'état liquide, et peut être facilement utilisé.

Ces 45 grammes de réactif sont versés dans un flacon. Ces dispositions prises, on dépose une goutte de sang sur le porte-objet, puis à l'aide d'une baguette de verre une goutte du réactif. On mélange les deux liquides en se servant d'une autre baguette de verre et la réaction a lieu sous les yeux de l'opérateur. Dans chacun des globules du sang de la raie examiné au microscope on peut voir alors ; 1° le noyau riche en granulations ; 2° autour du noyau la petite masse protoplasmique ; 3° dans le protoplasme tous les leucytes bien reconnaissables à leur dimension et à leur forme. Reste l'enveloppe encore confondue avec le protoplasme. On l'isolera avec le réactif suivant :

1° Solution précédemment indiquée.....	30 grammes.
2° Acide acétique à 90 degrés	20 —

En ajoutant à une goutte de sang une goutte de ce réactif, on voit au

(1) Voyez mes *Recherches sur les éléments figurés du sang dans la série animale*.

bout d'une minute le protoplasme se rétracter, et un intervalle très sensible le séparer de l'enveloppe qui devient ainsi très visible. A l'aide

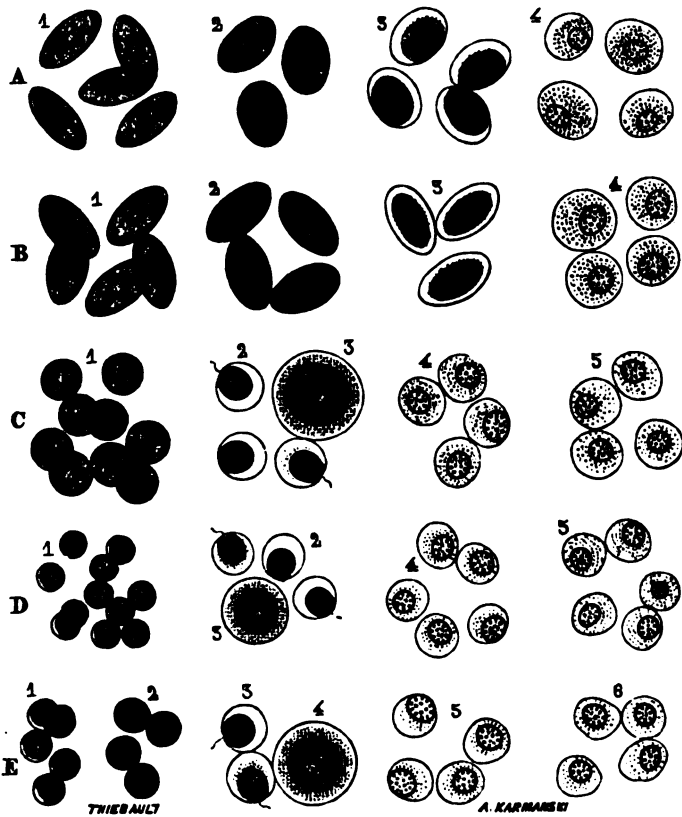


FIG. 99. — Structure comparée des globules rouges et des globules blancs dans la série des vertébrés.

A. *Poissons. Raie.* — 1, globules rouges. — 2, leurs noyau et leucytes. — 3, leurs noyau, protoplasme, leucytes et enveloppe. — 4, globules blancs.

B. *Batraciens. Grenouille.* — 1, globules rouges. — 2, noyau et leucytes de ces globules. — 3, leurs noyau, protoplasme, leucytes et enveloppe. — 4, globules blancs.

C. *Solipedes. Cheval.* — 1, globules rouges. — 2, leurs noyau, protoplasme, leucytes et enveloppe. — 3, un globule grossi; l'anneau central indique son point d'adhérence. — 4, ces globules décolorés. — 5, globules blancs.

D. *Carnassiers. Chien.* — 1, globules rouges. — 2, leurs noyau, protoplasme, leucytes et enveloppe. — 3, un globule grossi; à son centre on remarque le point par lequel il adhère à l'enveloppe. — 4, globules blancs.

E. *Homme.* — 1, globules rouges. — 2, leurs leucytes. — 3, leurs noyau, protoplasme, leucytes et enveloppe. — 4, un globule grossi. — 5, ces globules décolorés. — 6, globules blancs.

des réactifs qui précèdent, on réussira également à constater que le noyau des globules rouges adhère aussi à l'enveloppe.

Les globules blancs de la raie présentent tous les caractères que nous avons précédemment exposés dans l'étude générale de ces globules.

Concluons. Les globules blancs de la raie comme ceux de tous les autres animaux se composent de quatre éléments. En privant d'une partie de leur oxygène les globules rouges, nous retrouvons dans chacun d'eux ces quatre mêmes éléments, parfaitement semblables et aussi semblablement disposés. Leur constitution est donc analogue ; entre les premiers et les seconds il n'existe qu'une différence : les uns sont pourvus d'hémoglobine qui leur donne une couleur rouge, les autres en sont dépourvus.

J'ai repris les mêmes études sur d'autres poissons, les uns cartilagineux, les autres osseux, et particulièrement sur la lamproie dont les globules sont sphériques. Le résultat a été le même (1).

b. Batraciens. — J'ai passé en revue les globules blancs et rouges chez le triton, chez le crapaud, chez la grenouille. Mes conclusions dans les trois principaux ordres de cette classe ne différant pas de celles auxquelles je suis arrivé chez les poissons, je parlerai seulement de la grenouille.

Grenouille. — Le bichromate uni au sulfate de soude montre le noyau, le protoplasme et les leucytes :

Bichromate de potasse au 50°.....	3 grammes.
Sulfate de soude au 100°.....	44 —
Acide acétique ordinaire.....	3 —

On peut obtenir le même résultat avec beaucoup d'autres réactifs. Pour isoler l'enveloppe, on fera usage de ce réactif :

Bichromate de potasse.....	1 gramme.
Sulfate de soude.....	6 grammes.
Eau distillée.....	500 —

En ajoutant à cette solution 20 grammes d'acide acétique à 90 degrés, le protoplasme se rétracte et l'enveloppe devient apparente. L'eau chloroformée et l'acide cyanhydrique au 100° donnent un résultat semblable.

Pour l'étude des globules blancs, on peut faire usage de l'acide acétique ordinaire au 50°, au 100°, au 150°. Je recommanderai aussi dans

(1) Voyez mes *Recherches sur les éléments figurés du sang*, p. 81 et suivantes.

le même but la solution suivante, qui agit à la fois sur les globules blancs et sur les globules rouges et qui les montre avec une grande netteté dans toutes les variétés de leur composition intime :

Bichromate au 500°.....	1 gramme.
Sulfate de soude au 100°.....	48 grammes.
Acide acétique ordinaire.....	1 gramme.

En usant de ce réactif l'anatomiste le moins familiarisé avec l'étude des éléments figurés du sang arrivera très facilement à distinguer les quatre éléments des globules blancs, et même à observer les phénomènes qui se produisent pendant leur bipartition, et au moment de l'éruption des jeunes cellules dans le plasma sanguin. L'étude des éléments figurés du sang dans les batraciens nous conduit donc aux mêmes conclusions que celle de ces mêmes éléments chez les poissons.

c. Reptiles. — Passant des batraciens aux reptiles, je suis arrivé encore aux mêmes résultats en observant le sang des ophiidiens, des sauriens et des chéloniens.

d. Oiseaux. — Parmi les oiseaux dont j'ai étudié le sang je mentionnerai seulement le canard. Le noyau des globules est très allongé; il mesure presque toute la longueur de leur grand axe. L'acide acétique au 5° le met immédiatement en évidence avec le protoplasme qui l'entoure et les leucytes répandus dans son épaisseur. Pour en faire une étude plus complète, on emploiera ce réactif :

Bichromate de potasse.....	2 grammes.
Sulfate de soude.....	10 —

A cette solution on ajoutera 10 grammes d'acide acétique à 90 degrés.

Ainsi traités, les globules rouges se montrent avec tous leurs éléments absolument semblables à ceux des globules blancs.

B. Mammifères. — Les globules rouges des mammifères sont très petits, aplatis, circulaires, déprimés sur chacune de leurs faces, discoïdes en un mot et bien différents au point de vue morphologique de ceux des ovipares. Il existe dans cette grande classe quelques rares exceptions parmi lesquelles se rangent le chameau et le lama; chez ces quadrupèdes ils sont elliptiques.

J'aborde immédiatement l'étude de leur structure, que j'ai observée chez les solipèdes, les ruminants, les pachydermes, les rongeurs, les carnassiers et chez l'homme. Ne pouvant exposer ici toutes les recherches auxquelles je me suis livré, je parlerai seulement du cheval et de l'homme.

a. *Cheval*. — Le réactif applicable à l'étude des globules rouges chez cet animal sera ainsi composé :

Bichromate de potasse.....	6 grammes.
Sulfate de soude.....	4 —

A 49 parties de cette solution on mêlera 1 gramme d'acide acétique ordinaire. En ajoutant au réactif ainsi composé une goutte de sang et en frottant sur le porte-objet ce mélange avec une baguette de verre, on aperçoit aussitôt et très clairement dans chaque globule, son noyau, son protoplasme, ses leucytes et son enveloppe.

b. *Homme*. — Le réactif à mettre en usage pour observer les quatre éléments des globules rouges du sang de l'homme est ainsi composé :

Bichromate de potasse.....	6 grammes.
Sulfate de soude.....	3 —
Eau distillée.....	500 —

On ajoute ensuite 19 grammes de ce réactif à 1 gramme d'acide acétique ordinaire; puis on mêle à une goutte de ce dernier réactif une goutte de sang. En frottant les deux gouttes sur le porte-objet à l'aide d'une baguette de verre, en moins d'une minute, le noyau, le protoplasme et les leucytes sont mis en évidence.

En traitant ensuite ces mêmes globules par l'acide acétique à 75 degrés, on les ramène à l'état de globules blancs.

Conclusion : de l'ensemble des faits qui précèdent il résulte bien clairement que les leucocytes se composent de quatre éléments, et que dans les hématies, lorsqu'on les décolore, on retrouve les mêmes éléments, semblablement disposés. Entre les uns et les autres il n'y a donc qu'une simple différence de coloration due à l'hémoglobine qui s'incorpore aux globules blancs lorsqu'ils traversent les poumons. Tant que le principe colorant puisé dans l'air atmosphérique ne les a pas pénétrés, ils restent dans leur état primitif. Dès que ce principe les envahit, ils passent à l'état de globules rouges.

Ainsi s'expliquent : la différence qui distingue les deux ordres de globules, l'incessante reproduction des éléments figurés du sang, et l'utilité des ganglions, qui n'auraient pas de raison d'être s'ils ne remplissaient le rôle d'organes élaborateurs et reproducteurs. Pendant que les globules chargés de porter l'oxygène à nos organes s'usent dans les capillaires généraux sous l'influence de l'assimilation, ils se reproduisent dans la lymphe, dans tous les ganglions et tous les follicules clos, et se portent vers les poumons pour se charger aussi d'hémoglobine, et disparaissent à leur tour, bientôt remplacés par d'autres.

Rappelons que les globules rouges pendant toute la durée de la vie embryonnaire sont très manifestement en possession de leurs quatre éléments. On les voit aussi longtemps que l'hémoglobine reste peu abondante. A mesure qu'elle augmente, ils semblent disparaître, mais sont seulement masqués. En la dissolvant ils réapparaissent.

Dans les invertébrés où la température est plus basse, où l'organisme se réduit à des proportions moindres, où la vie semble moins active, les globules blancs suffisent à toutes les exigences de la nutrition.

CHAPITRE IV

APPAREIL VASCULAIRE DES VÉGÉTAUX

Cet appareil comprend deux systèmes de vaisseaux : le système ligneux et le système libérien. Après les avoir étudiés l'un et l'autre, nous comparerons l'appareil vasculaire des végétaux à celui des animaux.

§ 1^{er}. — SYSTÈME LIGNEUX.

Ce système contient la sève ascendante qu'il conduit des racines vers les feuilles. Il est représenté par des groupes de vaisseaux ou *faisceaux ligneux* ; chacun de ces vaisseaux se compose d'une longue série de cellules s'unissant bout à bout. Nous avons donc à étudier : les *faisceaux ligneux*, les vaisseaux qui les constituent, et les cellules qui forment ces vaisseaux.

A. Faisceaux ligneux. — Les faisceaux ligneux, dans la plus grande partie de leur trajet, se trouvent en rapport avec les faisceaux libériens. Ces rapports cependant diffèrent selon qu'on les considère dans la racine ou dans les autres parties du végétal.

Dans la racine, les faisceaux ligneux et libériens sont situés dans le cylindre central, en dedans du péricycle, auquel ils s'appliquent immédiatement. Mais nous avons vu qu'ils occupent chacun une place déterminée et très distincte (1). Sur les coupes, les faisceaux ligneux alternent avec les faisceaux libériens. Les premiers s'allongent de dehors en dedans, et les seconds dans le sens transversal. Ils sont séparés les uns des autres par les prolongements médullaires.

(1) Voy. la figure 19, p. 83 et 84.

En passant de la racine dans la tige, leur situation relative se modifie. Ils se juxtaposent, sans se confondre, les faisceaux ligneux se rapprochant plus de l'axe du cylindre, les faisceaux libériens restant adossés au péricycle. Ainsi juxtaposés, ils forment des faisceaux mixtes connus sous le nom de *libéro-ligneux*.

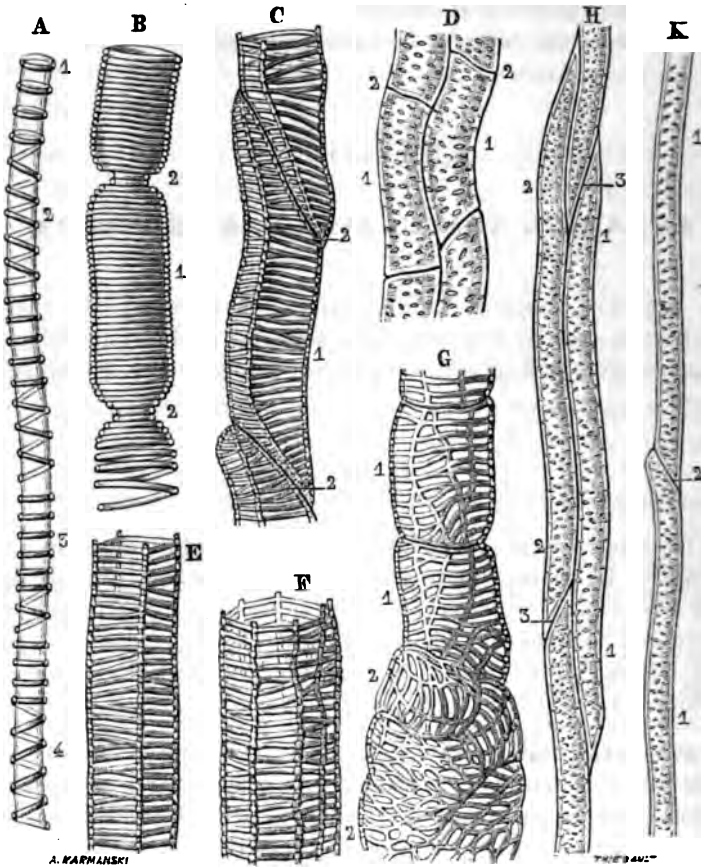


FIG. 100. — Vaisseaux ligneux et libériens préparés par la méthode des dissociations.

A. Un vaisseau ligneux, annelé sur certains points et spiralé sur d'autres. — 1, 3, parties annelées. — 2, 4, parties spiralées.

B. Vaisseau spiralé à spires superposées. — 1, une cellule spiralée. — 2, 2, ses extrémités par lesquelles elle se soude transversalement avec les cellules correspondantes. Un léger rétrécissement indique le plan de séparation.

C. Vaisseau scalariforme. — 1, une cellule scalariforme. — 2, 2, ses extrémités par lesquelles elle s'unit très obliquement aux cellules sus et sous-jacentes.

Les faisceaux ligneux, d'abord situés à côté des faisceaux libériens, sont donc situés dans la tige en dedans de ceux-ci, et dans les feuilles, en dedans et en haut. Les uns et les autres sont entourés et accompagnés par de longues cellules bien différentes des cellules de la moelle, et sur lesquelles les botanistes gardent le silence, se bornant à mentionner leur petit calibre. Elles sont en effet très étroites, mais extrêmement longues; je les appellerai *libéro-ligneuses*. Elles accompagnent les faisceaux libéro-ligneux, auxquels on les voit partout se mêler, mais n'arrivent pas cependant jusqu'à leur extrémité terminale. J'invite les botanistes, qui voudraient voir ces longues cellules, à faire usage de la méthode des dissociations, qui leur permettra de les suivre dans toute la longue étendue de leur trajet.

Parvenus dans les feuilles, les faisceaux libéro-ligneux se divisent, se subdivisent, se ramifient en un mot; en s'anastomosant par leurs divisions décroissantes, ils forment dans la couche parenchymateuse de ces organes un réseau dont les mailles d'abord assez larges se rétrécissent de plus en plus; c'est dans les plus minimes de ces mailles qu'ils se terminent.

Chaque faisceau ligneux comprend un nombre variable de vaisseaux rectilignes, parallèles et unis entre eux par simple juxtaposition.

B. Vaisseaux ligneux. — Ces vaisseaux sont remarquables par la riche sculpture de leurs parois et par la variété presque infinie de cette sculpture qui a permis de les rattacher à cinq principaux types: les vaisseaux *annelés*, *spiralés*, *scalariformes*, *aréolés* et *ponctués*.

Les vaisseaux annelés se composent d'une série d'anneaux circulaires, plus ou moins rapprochés, parallèles et reliés entre eux par la partie restée transparente de leurs parois. Sans être rares, ils ne sont pas très nombreux, et se distinguent en général par la petitesse de leur calibre.

Les vaisseaux spiralés sont au contraire très abondants; on les rencontre en très grand nombre dans presque toutes les plantes. Les spires qui les forment sont le plus souvent superposées comme celles

D. Deux vaisseaux ponctués. — 1, 1, deux cellules ponctuées de moyennes dimensions. — 2, 2, leurs extrémités coupées obliquement.

E. Vaisseau scalariforme à quatre faces.

F. Vaisseau scalariforme à six faces et six angles formés chacun par une cordelette verticale, que relie des cordelettes horizontales.

G. Vaisseau aréolé. — 1, 1, deux cellules aréolées. — 2, 2, une cellule aréolée plus compliquée, se continuant avec les précédentes.

H. Vaisseaux criblés. — 1, 1, une cellule criblée. — 2, 2, une autre cellule parallèle et semblable à la précédente. — 3, 3, coupes obliques de leurs extrémités.

K. Deux cellules criblées très longues. — 1, 1, une de leurs extrémités. — 2, sou- dure oblique de ces deux cellules.

des fils de laiton employés pour la confection des bretelles. Quelquefois les spires sont espacées; souvent elles se déroulent en partie ou en totalité. Souvent aussi on voit sur le même vaisseau les spires succéder aux anneaux, ou les anneaux aux spires.

Les vaisseaux scalariformes, un peu moins nombreux que les précédents, se mêlent presque partout à ceux-ci, avec lesquels je les ai même vus se continuer. Ils se composent de trois, quatre ou cinq cordelettes longitudinales et parallèles, unies entre elles par d'autres cordelettes plus petites et transversales, rappelant les barreaux d'une échelle. Ces barreaux peuvent être simples ou bien se diviser, sur un ou plusieurs points; l'échelle alors se complique plus ou moins.

Les vaisseaux réticulés sont des vaisseaux scalariformes dont les échelons se sont divisés, de manière à prendre l'aspect d'un réseau.

Les vaisseaux ponctués sont caractérisés par des saillies circulaires de très petit diamètre, circonscrivant des espaces clairs et transparents, plus ou moins rapprochés.

Tous ces types sont faciles à voir par la méthode des dissociations qui a surtout pour avantage de mettre à nu les vaisseaux ligneux dans toute leur longueur, d'en montrer instantanément toutes les variétés, les dimensions relatives et toutes leurs connexions, soit entre eux, soit avec les vaisseaux libériens et les cellules libéro-ligneuses.

C. Cellules des vaisseaux ligneux. — Comme les vaisseaux qu'elles forment en s'unissant par leurs extrémités, elles se distinguent en cellules *annelées*, *spiralées*, *scalariformes*, *aréolées* et *ponctuées*.

Ces cellules diffèrent considérablement par leur diamètre et plus encore par leur longueur. Les cellules annelées sont en général les plus petites. Les cellules aréolées sont les plus grosses. Toutes varient, du reste, sous ce point de vue selon la place qu'elles occupent. Celles qui répondent à l'origine et à la terminaison du système ligneux figurent parmi les plus courtes, et celles qui répondent à sa partie moyenne parmi les plus longues.

Le mode d'union des cellules présente aussi beaucoup de variétés. Quelques-unes s'unissent transversalement. D'autres, à leur point de jonction, sont coupées obliquement.

Le plan horizontal ou oblique qui résulte de leur union est tantôt imperforé et tantôt criblé de pertuis, ou percé d'un orifice unique. Dans le premier cas les cellules ne communiquent pas; le vaisseau est fermé. Dans le second elles communiquent, le vaisseau est ouvert. Mais ouvert ou fermé le liquide qu'elles contiennent passe de l'une dans l'autre.

Les cellules ligneuses ne contiennent ni noyau, ni protoplasme. Ce sont des cellules mortes. Leurs parois sont formées par les derniers

vestiges de leur enveloppe albuminoïde et surtout par leur enveloppe cellulosique.

Elles remplissent deux attributions également importantes. D'une part, elles recueillent le liquide absorbé dans le sol et le transportent jusque dans le parenchyme des feuilles. De l'autre, les reliefs internes et externes de leur enveloppe leur communiquant une très grande résistance, elles jouent le rôle de support; elles portent tout l'édifice qui s'élève au-dessus du sol; en un mot, elles forment le bois. A mesure que les arbres de nos forêts se développent, elles se multiplient en se rapprochant de plus en plus de l'axe de leur tige, et prennent ainsi la place d'abord réservée à la moelle.

§ 2. — SYSTÈME LIBÉRIEN.

Le système libérien prend son origine dans les feuilles. De celles-ci il se prolonge dans toutes les autres parties de la plante en suivant une direction inverse de celle des faisceaux ligneux.

Comme le système ligneux, il se compose de faisceaux; ceux-ci se composent de vaisseaux, et ces vaisseaux se composent de cellules.

A. Faisceaux libériens. — Nous avons vu que ces faisceaux dans les feuilles et dans la tige se juxtaposent aux faisceaux ligneux en dehors et au-dessous desquels ils sont situés. Dans les racines, les faisceaux libéro-ligneux se séparent et s'appliquent au péricycle, en se disposant sur son contour dans un ordre alternatif. Ils offrent donc avec les faisceaux ligneux les rapports les plus intimes; partout ils les accompagnent en leur restant parallèles; et partout ils se trouvent entourés aussi par les cellules libéro-ligneuses.

Pris à leur point de départ dans les feuilles, ils commencent sur les points où se terminent les faisceaux ligneux, c'est-à-dire dans les plus petites mailles du réseau de la couche parenchymateuse des feuilles. En passant de celles-ci dans des mailles de plus en plus larges, ils prennent une épaisseur graduellement croissante, acquièrent dans la tige leur plus grand diamètre, et leur plus grande longueur, décroissent ensuite dans la racine, puis se terminent dans les radicelles, comme à leur origine, par des extrémités closes.

B. Vaisseaux libériens. — Les vaisseaux libériens diffèrent beaucoup des vaisseaux ligneux. Leur configuration est plus simple. On les reconnaît aux orifices qu'ils présentent sur toute leur longueur. Ces orifices sont petits, circulaires, très rapprochés, et rappellent assez bien l'aspect d'un crible, d'où le nom de *vaisseaux criblés* sous lequel ils sont aussi très souvent désignés.

Ces orifices offrent quelques variétés. Sur certains vaisseaux, ils sont très rapprochés, et sur d'autres plus ou moins espacés. Mais, pris sur un même point, la distance qui les sépare est à peu près égale, en sorte que les vaisseaux conservent partout leur aspect criblé.

Ces vaisseaux sont généralement indépendants. Cependant il n'est pas très rare de les voir s'anastomoser. Tantôt un tube criblé s'incline vers un tube voisin et s'unit à celui-ci par un plan très oblique. Tantôt deux vaisseaux se soudent à un troisième très obliquement aussi. Quelquefois on voit deux ou trois vaisseaux s'unir sur un même point et former alors une sorte de petit plexus.

C. Cellules libériennes. — Ces cellules se montrent d'autant plus grosses et d'autant plus longues qu'elles répondent à des points plus

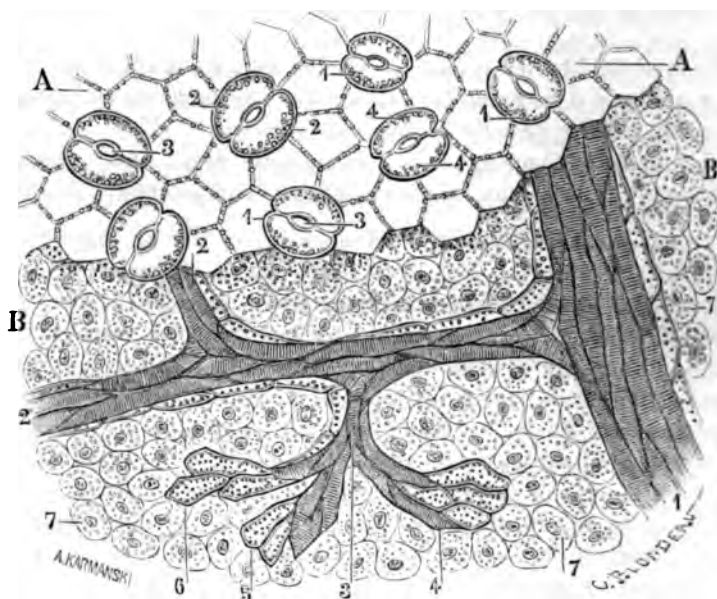


FIG. 101. — Épiderme et parenchyme d'une feuille de rosier vue par sa face supérieure ou interne et préparée par la méthode des dissociations.

A. A. *Couche épidermique.* — 1, 1, 1, cellules stomatiques. — 2, 2, chloroleucytes de ces cellules situés sur leur bord convexe. — 3, 3, stomates répondant à la partie moyenne du bord par lequel elles s'unissent.

B. B. *Couche parenchymateuse.* — 1, une nervure formée par de courtes cellules spiralées; à droite et à gauche on entrevoit quelques cellules criblées qui débordent les précédentes. — 2, 2, deux nervures plus petites. — 3, une nervure terminale qui se divise en trois bouquets de cellules. — 4, 5, 6, ces trois bouquets composés chacun de cellules spiralées situées sur le premier plan, et de cellules criblées situées sur le second plan; pour laisser voir ces dernières les cellules spiralées ont été supprimées. — 7, 7, cellules chlorophylliennes, dont le noyau est seul en évidence.

éloignés de la racine et des feuilles. C'est donc sur la tige qu'elles atteignent leur plus grand développement. En descendant, leurs dimensions diminuent d'autant plus qu'elles sont plus inférieures; et elles diminuent aussi à mesure qu'elles se rapprochent de l'extrémité terminale des nervures de chaque feuille.

Elles présentent une forme allongée et se terminent en se soudant par un plan en général oblique. Parallèles et juxtaposées, elles adhèrent par simple juxtaposition.

Leur mode d'union ou de soudure rappelle celui des cellules ligneuses. Le plan qui répond à leur union est souvent transversal et quelquefois oblique. Il est tantôt criblé d'orifices et tantôt percé d'un orifice

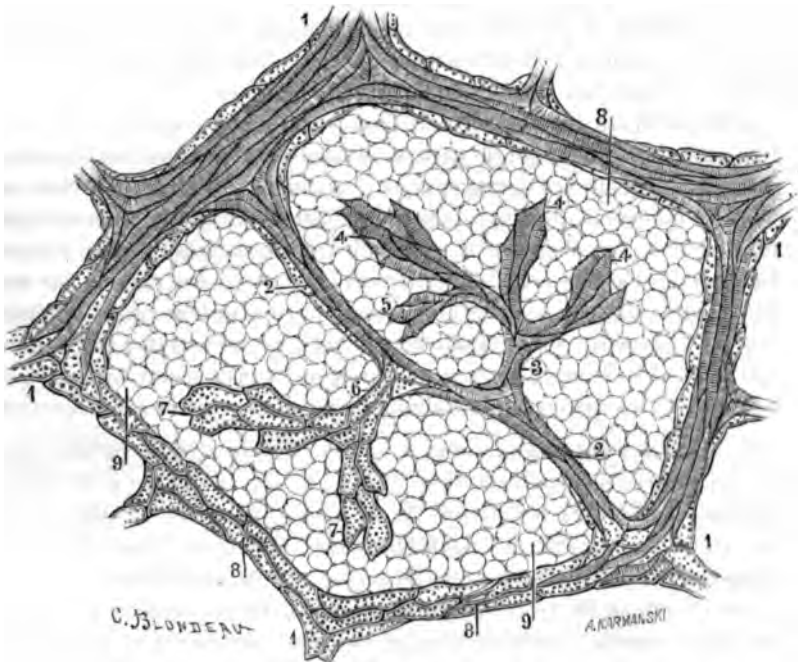


FIG. 102. — Dernières mailles du réseau des nervures; terminaison des vaisseaux ligneux; origine des vaisseaux criblés; vus sur une feuille de rosier préparée par la méthode des dissociations.

1, 1, 1, 1, nervures circonscrivant les deux mailles. — 2, 2, nervure plus petite qui les sépare. — 3, une nervure qui se termine par quatre bouquets de cellules spiralées et criblées. — 4, 4, 4, 5, ces quatre bouquets dont les cellules spiralées situées sur le premier plan sont seules visibles. — 6, une autre nervure qui se termine par deux bouquets de cellules spiralées et criblées. — 7, 7, ces deux bouquets dont les cellules spiralées n'ont pas été représentées pour laisser voir les cellules criblées situées sur le second plan. — 8, 8, cellules criblées des nervures périphériques. — 9, 9, cellules chlorophylliennes dont le contour est seul indiqué.

unique occupant sa partie centrale; sa partie périphérique représente alors une sorte de petit diaphragme ou de bourrelet. Assez fréquemment le plan de soudure est imperforé. Le contenu alors passe de cellules en cellules par voie d'osmose, comme dans tous les vaisseaux fermés.

La structure des cellules criblées diffère peu de celle des cellules ligneuses. On ne trouve dans leur cavité, ni noyau, ni protoplasme, mais seulement quelques traces de l'enveloppe albuminoïde. Elles sont donc surtout constituées par leur enveloppe de cellulose, et représentent aussi des cellules mortes.

D. Origine des vaisseaux criblés. — Les botanistes jusqu'à présent ont vainement cherché à reconnaître cette origine. Ils ont suivi les vaisseaux ligneux jusqu'à leur terminaison, mais où commencent les vaisseaux criblés? et quel est leur mode d'origine? Ces questions restent à l'état de problème. Plus heureuse que la méthode des coupes, la méthode des dissociations nous en donnera la solution.

Cette méthode démontre avec la plus parfaite clarté que les vaisseaux ligneux se terminent par de petites cellules spirales dans les dernières mailles du réseau des nervures; que les vaisseaux libériens commencent dans les mêmes mailles par de petites cellules criblées, superposées aux précédentes. Ces deux ordres de cellules, à peu près d'égales dimensions mais d'aspect très différent, sont ici juxtaposées comme sur tout autre point. On peut les observer tour à tour en faisant varier la situation de l'objectif. S'il remonte légèrement, on ne voit que les cellules spirales; s'il descend un peu, on aperçoit toutes les cellules criblées. Les unes et les autres sont en nombre égal et en rapport intime.

E. Rôle des vaisseaux criblés. — Les vaisseaux criblés puisent dans la couche parenchymateuse des feuilles la sève élaborée et la transportent dans toutes les parties de la plante. Leur rôle, comme celui des vaisseaux ligneux, est essentiellement conducteur; et ce rôle ils le remplissent également bien, qu'ils soient ouverts ou fermés.

Leur contenu du reste diffère beaucoup. Celui des vaisseaux ligneux est clair, aqueux, chargé de sels; il chemine facilement et assez rapidement dans leur cavité. Celui des vaisseaux criblés est beaucoup plus dense; il offre une consistance gélatineuse, chemine lentement et semble ainsi faciliter le travail d'assimilation.

§ 3. — PROCÉDÉS D'ÉTUDE.

Ils diffèrent complètement des procédés à mettre en usage pour l'étude de l'histologie animale. Ceux-ci sont surtout basés sur l'emploi des acides. Ceux qui s'appliquent à l'histologie végétale sont basés au

contraire sur l'emploi des alcalis et particulièrement de la potasse, qui, seule ou unie à l'action du calorique, est le réactif par excellence pour la dissociation des végétaux.

Étant données une plante herbacée, une racine, une feuille, une fleur, il suffit, pour dissocier les tissus qui entrent dans leur composition, de la faire bouillir dans une solution de potasse au 6°, au 5° et le plus souvent même au quart. La potasse prise chez les fabricants de produits chimiques étant à 36 degrés, on l'étendra de 3, 4, 5, 10 parties d'eau distillée et l'on obtiendra des solutions au quart, au 5°, au 6°, au 10°, etc.

Je ne puis formuler ici toutes les modifications auxquelles on devra souvent recourir; mais telle est la formule générale.

§ 4. — PARALLÈLE DE L'APPAREIL VASCULAIRE DANS LES DEUX RÈGNES.

Chez les animaux, l'appareil vasculaire comprend quatre parties : le canal vasculaire à sang noir, le canal vasculaire à sang rouge, les capillaires pulmonaires et les capillaires généraux.

Chez les végétaux, il comprend deux parties seulement : des vaisseaux qui se portent des racines dans les feuilles, et des vaisseaux qui s'étendent des feuilles vers les racines. Les deux systèmes capillaires font défaut; ils n'ont pas de représentant dans le règne végétal. Les feuilles dans lesquelles s'élabore le liquide nourricier sont des organes respiratoires; elles représentent les poumons.

Les vaisseaux qui se portent des racines vers les organes de la respiration sont les analogues du canal à sang noir.

Les vaisseaux qui s'étendent de ces organes dans toutes les parties de la plante sont les analogues du canal à sang rouge.

Considérés au point de vue morphologique, les deux appareils offrent donc une remarquable analogie. Remarquons que l'absence des deux systèmes, qui seule rend cette analogie incomplète, est plus apparente que réelle; car, dans les feuilles, les cellules terminales des vaisseaux ligneux et les cellules initiales des vaisseaux libériens sont superposées; or ces cellules sont douées d'une perméabilité si parfaite, que le liquide nourricier passe des unes dans les autres aussi facilement que si elles se continuaient. Physiologiquement considérées, on peut dire que les cellules ligneuses et libériennes se continuent. L'analogie qui semblait si imparfaite est donc en réalité presque complète.

Mais, si nous comparons les deux appareils vasculaires au point de vue de leur structure, toute analogie disparaît; tout rapprochement devient impossible; un abîme les sépare. Pour caractériser d'un

mot cet abîme, il me suffira de dire que, chez les animaux, le liquide nourricier circule entre les cellules qu'il refoule autour de lui pour s'en faire un canal; et que, chez les végétaux, il chemine dans la cavité même de ces cellules, réalisant ainsi le rêve de Schwann, qui ne s'est trompé que pour avoir appliqué au règne le plus compliqué ce qui s'applique seulement au règne le plus simple.

SYSTÈME MUSCULAIRE A FIBRES LISSES

Les muscles à fibres lisses, *muscles intérieurs, muscles viscéraux, muscles de la vie organique* de Bichat, semblent au premier aspect ne prendre qu'une bien faible part à la constitution générale des corps organisés. Leur pâleur, leur minceur, les très minimes dimensions qu'ils présentent, pour la plupart, justifient cette première impression qui pourrait nous porter à les considérer comme des organes pourvus d'attributions très secondaires. Loin de frapper nos regards par leur volume et leur vive coloration comme les muscles à fibres striées, ils se cachent dans l'ombre et se dérobent à la vue. Pour les voir, il faut les chercher; souvent même on ne les découvre qu'à l'aide des instruments grossissants; c'est alors, et dans ces conditions seulement, qu'on peut juger de leur nombre et de leur réelle importance.

Comme le système conjonctif, le système musculaire à fibres lisses s'insinue dans tous nos organes; il pénètre partout, et partout, en semblant s'effacer, il joue un rôle considérable. C'est le microscope qui nous a révélé tout à la fois et l'immense étendue de son domaine et la grande variété de ses attributions. Bichat avait été bien inspiré en le décrivant sous le nom de *système musculaire de la vie organique*, par opposition aux muscles striés appelés à desservir la vie extérieure ou vie de relation. Chacune de ces deux vies possède réellement un système moteur qui lui est propre et qui contribue dans une large proportion à la caractériser.

Sans doute ces deux vies ne sont pas séparées par des limites précises. Elles sont liées au contraire l'une à l'autre par les liens les plus intimes. Les organes mis au service de chacune d'elles tendent même sur quelques points, pour leur utilité réciproque, à s'entremêler; c'est ainsi que le cœur, muscle à fibres striées, s'ajoute à l'appareil de la

circulation pour communiquer au sang une impulsion plus instantanée que ne pouvaient le faire les muscles lisses; c'est ainsi que la partie supérieure de l'appareil digestif se compose aussi de muscles striés pour imprimer à la déglutition des aliments une semblable instantanéité. Par contre, nous voyons sur une foule de points les appareils de la vie animale faire à la vie organique des emprunts analogues. Les appareils des deux vies s'engrènent donc en quelque sorte afin de se compléter les uns par les autres; mais, malgré les connexions intimes qu'ils affectent, ils restent parfaitement distincts, et Bichat a pu dire en toute vérité qu'elles sont desservies par des systèmes moteurs différents.

Le système musculaire de la vie organique doit être considéré d'abord dans ses attributs extérieurs. Nous nous occuperons ensuite de sa structure, de ses propriétés et de son mode d'évolution.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DES MUSCLES A FIBRES LISSES

Envisagés sous ce premier point de vue, les muscles à fibres lisses nous offrent à étudier leur mode de répartition et leur mode de conformation.

A. — Mode de répartition.

Le système musculaire à fibres lisses entre dans la constitution de tous les appareils dont les fonctions sont relatives à la vie de l'individu et à la vie de l'espèce; il contribue à former les deux membranes tégumentaires; et il fait partie aussi de plusieurs organes appartenant à la vie animale. Nous pouvons donc le considérer comme formé de trois principaux groupes: le premier comprenant tous les muscles situés dans les appareils mis au service de la vie individuelle et de la vie de l'espèce; le second composé des muscles annexés aux membranes tégumentaires; le troisième représenté par les muscles annexés à certains organes de la vie animale.

a. Muscles lisses des appareils qui ont pour destination de conserver la vie de l'individu et la vie de l'espèce. — Les appareils appelés à desservir la vie de l'individu se succèdent dans l'ordre suivant: l'appareil de la digestion, de la respiration, de la circulation et de la

sécrétion urinaire ; ceux qui assurent la vie de l'espèce sont représentés par l'appareil génital mâle et l'appareil génital femelle.

1° *Muscles lisses de l'appareil digestif.* — Cet appareil est l'un de ceux dans lesquels le système musculaire à fibres lisses tient la plus large place. Sa partie supérieure, constituée par la bouche, le pharynx et l'œsophage, emprunte ses muscles au système strié, qui pouvait seul lui communiquer des mouvements énergiques et rapides. Mais déjà sur la moitié inférieure de l'œsophage où cette instantanéité ne lui est plus nécessaire, on voit apparaître le système lisse, qui se prolonge ensuite sur l'estomac et sur toute la longueur du canal intestinal.

Dans ce long trajet il est représenté par deux couches entièrement indépendantes. La couche superficielle, plus développée et plus importante, est située au-dessous de la séreuse péritonéale et lui adhère d'une manière si intime qu'on ne saurait en détacher le moindre lambeau sans emporter une partie de la couche musculaire sous-jacente. La seconde ou couche profonde, infiniment plus mince, est située au-dessous de la muqueuse ; elle adhère aussi étroitement à cette membrane et ne révèle son existence qu'à l'examen microscopique.

La couche sous-séreuse et la couche sous-muqueuse sont différemment constituées et remplissent des attributions très différentes. Ainsi la première, formée d'un plan superficiel à fibres longitudinales, et d'un plan profond à fibres circulaires, préside à la progression des substances alimentaires ; elle est animée de deux mouvements contraires, l'un qui s'opère de haut en bas, c'est le *mouvement péristaltique*, et l'autre qui s'opère de bas en haut, c'est le *mouvement antipéristaltique*. Tous les deux procèdent par ondulations et varient beaucoup, soit dans la rapidité, soit dans l'énergie avec lesquelles ces ondulations se propagent. Enlevé sur un animal qui vient d'être sacrifié, on voit pendant plusieurs minutes les circonvolutions de l'intestin se contracter en sens divers. Ces contractions sont dues aux innombrables ganglions nerveux qui occupent l'épaisseur de la tunique musculaire et qui dépendent du système nerveux de la vie organique ou nerf grand sympathique.

La seconde couche musculaire du tube intestinal, ou couche sous-muqueuse, diffère de la précédente, non seulement par sa plus grande minceur, mais par les innombrables faisceaux qui la composent et qui lui donnent une disposition plexiforme. Son rôle n'a rien de commun avec celui que remplit la couche sous-séreuse. Elle entre en fonction lorsque les organes digestifs sont plus ou moins dilatés ; la tunique muqueuse étant alors largement étalée, elle a évidemment pour attribution de ramener à leur étendue habituelle chacune des parties qui la composent.

Toutes les deux entrent en action au moment où l'organe dont elles

dépendent commence à se dilater ; elles se contractent l'une et l'autre avec une énergie d'autant plus grande que la dilatation est plus considérable, et toutes les deux aussi elles sont le résultat d'une action réflexe. L'impression produite par les aliments est transmise à la moelle épinière par les nerfs sensitifs et, celle-ci réagissant aussitôt, les nerfs qui partent des cellules spinales communiquent aux deux couches musculaires le principe incitateur qui préside à leurs contractions. Tout se passe donc en dehors de la conscience et de la volonté, qui, ni l'une ni l'autre, ne sauraient diriger avec autant de perfection ce travail intime sur lequel reposent les conditions premières de la vie.

Inconnues des anciens, ces impressions cheminant des viscères à la moelle épinière et ces réactions se propageant de la moelle aux muscles viscéraux avaient cependant attiré leur attention ; ils en connaissaient les résultats, mais n'avaient pu réussir à en pénétrer le mécanisme. A ce mécanisme vainement cherché, ils donnaient le nom de *sympathies*. Sous ce nom qui masquait mal notre ignorance, combien de grands phénomènes se cachaient alors dans l'ombre ! Ces grands et si intéressants phénomènes sont mis aujourd'hui en pleine lumière, et la physiologie, si longtemps accusée de romantisme, de science légère, de science problématique, peut opposer aujourd'hui à ses détracteurs, avec une légitime fierté, cette belle théorie des actions réflexes considérée avec raison comme l'une des plus grandes découvertes de la science moderne.

2° *Muscles lisses de l'appareil respiratoire.* — La partie la plus élevée de cet appareil, comme celle de l'appareil digestif, ne possède que des muscles striés ; tels sont les muscles du nez et ceux du larynx. Mais au-dessous de cet organe commence une longue suite de faisceaux musculaires à fibres lisses qui se prolonge sur toute l'étendue de l'arbre aérière.

Sur la trachée et les bronches, ces faisceaux se présentent sous l'aspect de rubans rectilignes qui sous-tendent les cerceaux cartilagineux et qui, pris dans leur ensemble, forment une lame rectangulaire simple d'abord, bifide inférieurement. En pénétrant dans les poumons, l'arbre aérière, tronqué en arrière sur la trachée et les bronches, prend la forme cylindrique qu'il conserve ensuite jusqu'à ses divisions terminales. La couche musculaire qui l'accompagne se comporte de même ; sur toutes les divisions bronchiques et jusqu'à leur entrée dans les lobules elle s'étale de manière à former autour de chaque division une gaine complète. Dans les lobules cette gaine disparaît ; les fibres élastiques, très abondantes, qui recouvrent sa surface interne, se prolongent seules jusqu'aux infundibula à la formation desquels elles prennent la part principale.

3° *Muscles lisses de l'appareil circulatoire.* — Ces muscles nous sont déjà connus. Nous avons vu qu'ils forment la tunique moyenne des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques. Dans les artères ils se disposent sur plusieurs plans, exclusivement formés de fibres circulaires et séparés les uns des autres par des lames et lamelles de tissu élastique fenêtré.

Sur les veines elles offrent une disposition analogue. Les fibres lisses sont circulaires aussi; mais elles ne se laissent pas décomposer en plans secondaires. La tunique qu'elles composent est en outre notablement plus mince. On observe aussi dans son épaisseur quelques lamelles de tissu élastique fenêtré. Enfin, sur les grosses veines sous-diaphragmatiques, à la tunique à fibres circulaires s'ajoute un plan superficiel de longues fibres longitudinales qui font partie de la tunique externe, les faisceaux qui les constituent étant entourés de tous côtés par les éléments de cette tunique.

Dans le système lymphatique le système musculaire à fibres lisses prend des proportions très supérieures à celles qu'on lui a jusqu'ici accordées. Nous avons constaté qu'il ne contribue pas seulement à la formation du canal thoracique, mais qu'il s'étend sur toute l'étendue des vaisseaux efférents, et aussi sur toute la longueur des vaisseaux afférents. Nous avons reconnu en outre, en faisant usage de la méthode des dissociations, qu'il fournit une enveloppe à chaque ganglion, qu'il pénètre dans l'épaisseur de chacun d'eux sous forme d'innombrables faisceaux et qu'il prend par conséquent une part considérable à la constitution de ces organes.

Dans tous les vaisseaux sanguins, en un mot, et dans tous les vaisseaux lymphatiques il forme la tunique moyenne de ces conduits. Il a donc pour commune attribution de jouer le rôle d'organe moteur. En associant son action à celle du tissu élastique il préside à la progression du sang et de la lymphe.

Dans cette tunique moyenne pénètrent les dernières divisions du système nerveux ganglionnaire. Ces divisions, dépourvues de myéline, ont échappé jusqu'à présent aux investigations du microscope; leur extrême ténuité et leur transparence les dérobent à nos regards. Mais leur existence nous est démontrée par la physiologie. Toutes les expériences faites sur les animaux nous montrent que cette tunique moyenne se contracte et se dilate. Elle se contracte lorsqu'on soumet à l'action des irritants les nerfs qu'elle reçoit ou *nerfs vaso-moteurs*. Elle se dilate lorsqu'on coupe ces nerfs, les fibres qui la composent étant alors paralysées, et sa tonicité étant supprimée aussi; car elle possède, comme tous les muscles striés, indépendamment de sa contractilité propre, une force tonique, en vertu de laquelle les parois des vaisseaux sont dans un état de tension permanente.

Cl. Bernard, le premier, a très bien mis en évidence ces deux propriétés de la tunique musculaire des vaisseaux, par sa célèbre expérience qui consistait à couper, chez le lapin, le grand sympathique au-dessus du ganglion cervical supérieur. Après la section on voit immédiatement tous les vaisseaux de l'oreille se dilater, leur contractilité et leur tonicité étant alors supprimées. En irritant le bout périphérique du nerf, ces deux propriétés se raniment; les vaisseaux se resserrent, et l'oreille, qui avait rougi, reprend sa pâleur habituelle. Plus tard, la même expérience a été répétée sur toutes les autres parties du corps et partout elle a donné les mêmes résultats.

Aux nerfs vaso-constricteurs plusieurs auteurs, parmi lesquels je dois plus particulièrement citer M. Dastre, ajoutent les *nerfs vaso-dilatateurs*. Sous l'influence de ces nerfs les vaisseaux se dilateraient; et leur dilatation serait un phénomène du même ordre que leur constriction; elle serait active aussi; en d'autres termes, les fibres de la tunique musculaire auraient non seulement la faculté de se raccourcir, mais elles auraient aussi la faculté de s'allonger. Cette opinion, il faut l'avouer, contraste singulièrement avec toutes les notions que nous possédons sur le mode de contractilité des muscles. Dire que la contraction est caractérisée par le raccourcissement d'une fibre, et qu'elle est caractérisée aussi par son allongement, c'est émettre deux propositions contradictoires. Cependant elles sont fondées l'une et l'autre sur des expériences fort recommandables; mais il est probable que la doctrine de l'allongement actif repose sur une erreur d'interprétation, et que des expériences mieux interprétées se résumeront plus tard par une conclusion plus en harmonie avec nos connaissances générales.

4° *Muscles de l'appareil urinaire*. — Le rein ne possède pas de fibres musculaires. Mais l'uretère dans toute son étendue, la vessie sur toute sa surface, et l'urèthre, depuis son origine jusqu'à son extrémité terminale, en sont très richement dotés.

Sur l'uretère ces fibres forment des faisceaux que la plupart des auteurs rattachent à deux plans, dont l'un plus superficiel serait longitudinal, et l'autre circulaire. Mais ces faisceaux sont loin d'affecter une disposition aussi régulière. En réalité ils s'entre-croisent pour la plupart et forment par leur ensemble une épaisse tunique plexiforme qui adhère étroitement à la tunique muqueuse.

Sur la vessie ces mêmes faisceaux offrent une disposition analogue. Cependant on a pu les grouper en trois plans, le premier ou superficiel longitudinal, le second ou moyen circulaire, le troisième ou profond longitudinal aussi. Mais ces trois plans sont reliés par des faisceaux passant de l'un à l'autre, en sorte qu'ils tendent à se confondre sur certains points. Le dernier diffère de ceux qui le précèdent par ses faisceaux

plus pâles et par les anastomoses qu'ils échangent dans leur trajet, anastomoses qui lui donnent un aspect rétifforme à mailles verticalement allongées.

Dans l'urèthre on observe au-dessous de la muqueuse un plan longitudinal, pâle et mince, qui l'entoure complètement et qui lui adhère aussi de la manière la plus intime. A ces fibres longitudinales s'ajoute un sphincter qui embrasse l'origine du canal. Ce sphincter est soumis, comme tous les autres muscles de l'appareil urinaire, à l'influence du grand sympathique.

5° *Muscles de l'appareil génital.* — Ils n'offrent pas une égale importance dans les deux sexes. Chez l'homme, ils sont représentés par la tunique musculaire du canal déférent, par celle des vésicules séminales, par les faisceaux disséminés en si grand nombre dans l'épaisseur de la prostate, et enfin par les fibres qui entrent dans la constitution des parties érectiles.

Chez la femme, ils forment une double couche autour des trompes utérines; ils composent à eux seuls la presque totalité de l'utérus, et se multiplient autour de la muqueuse vaginale pour lui former une tunique contractile qui lui adhère. Des bords de l'utérus on voit en outre partir de chaque côté deux larges plans musculaires qui doublent les lames péritonéales des ligaments larges et qui leur adhèrent aussi étroitement par une de leurs surfaces.

Si nous comparons, au point de vue des muscles lisses qu'ils possèdent, les appareils de la vie individuelle aux appareils préposés à la vie de l'espèce, nous voyons en résumé que, si les premiers en sont abondamment pourvus, les seconds sont mieux dotés encore. Parmi ces derniers, celui qui contient le produit de la fécondation, qui le nourrit et qui le protège est aussi celui sur lequel le système musculaire de la vie organique se concentre avec une sorte de prédilection; c'est sur l'organe gestateur qu'il acquiert ses plus grandes proportions, et qu'il prend des dimensions bien autrement grandes et de plus en plus importantes à mesure que se développe l'être nouveau greffé sur ses parois et vivant à ses dépens. Ajoutons que dans l'ovaire il existe un grand nombre de fibres musculaires, et qu'on n'en trouve aucune trace dans le testicule.

b. Muscles lisses des membranes tégumentaires. — Nous avons déjà mentionné la couche musculaire sous-muqueuse du tube digestif. Elle s'annonce dans l'œsophage par des fibres isolées, dirigées longitudinalement, peu nombreuses chez l'homme, mais très accusées dans quelques mammifères et particulièrement chez le cheval où elles forment une véritable tunique. Sur l'estomac et sur toute la longueur du canal intestinal, la couche sous-muqueuse forme un plan plexiforme, complet, mais très pâle et très mince.

Les muscles lisses annexés à la peau n'étaient encore que très incomplètement connus lorsque j'en fis une étude nouvelle en 1863 à l'aide de la méthode des dissociations (1). Je montrais alors qu'ils font absolument défaut dans certaines régions, la plante du pied, la paume des mains, le derme sous-onguéal, et sur toute l'étendue de la face, depuis les sourcils jusqu'au bord inférieur du maxillaire; c'est en vain qu'on chercherait ces muscles dans la peau des paupières, sur celle du nez, des joues, des lèvres, du menton; c'est en vain aussi qu'on les chercherait sur le pavillon de l'oreille. Mais sur tous les autres points de la vaste étendue du derme il est facile de constater leur existence.

Ils se montrent sous deux formes bien différentes. Les uns sont situés dans l'épaisseur du derme; les autres adhèrent à sa face profonde. Les premiers se présentent sous l'aspect de faisceaux aplatis, et les seconds sous l'aspect de membranes plexiformes.

Les muscles intra-dermiques se trouvent partout en connexions intimes avec les follicules pileux auxquels ils s'attachent par leur extrémité inférieure; leur extrémité supérieure se perd dans la couche la plus superficielle du derme en se divisant en plusieurs languettes. C'est sur cette couche qu'ils prennent leur point d'appui au moment de leur contraction; ils soulèvent alors les follicules pileux et les glandes sébacées qui s'ouvrent dans leur cavité. Ainsi soulevées et comprimées, celles-ci font saillie à la surface de la peau; aussi voit-on au moment de leur contraction cette surface prendre un aspect rugueux momentané. C'est plus particulièrement sous l'influence du froid et aussi sous l'influence de certaines impressions morales que ces muscles, en se contractant, redressent les poils des follicules pileux, d'où le nom de *muscles de l'horripilation* sous lequel ils sont désignés par quelques auteurs.

Les muscles lisses sous-dermiques sont peu nombreux. C'est surtout sur l'appareil génital et sur le sein qu'on les rencontre.

Sur l'appareil génital externe ils forment sous la peau du périnée, du scrotum et du pénis une large couche composée de trois muscles distincts, bien qu'ils se continuent: le muscle périnéal, le dartos et le muscle péri-pénien. Le dartos est celui qui atteint le plus grand développement. Tous les trois entrent en contraction sous l'influence du spasme vénérien.

Sur la mamelle les muscles lisses forment deux groupes bien différents par leur disposition et leurs attributions. Le plus superficiel est sous-jacent à l'aréole, et assez large par conséquent. Il se compose de petits faisceaux demi-circulaires qui se recouvrent et se croisent en partie; de leur ensemble résulte un plan annulaire qui entoure le

(1) *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1863, p. 1.

mamelon sans le recouvrir. Il a pour destination de comprimer les gros conduits galactophores sous-jacents. Le second, situé dans l'épaisseur du mamelon, est représenté par un grand nombre de faisceaux musculaires, affectant trois principales directions. Les uns en effet sont parallèles à l'axe du mamelon, les autres perpendiculaires à cet axe, et d'autres plus ou moins obliquement inclinés. Réunis, ils forment une sorte de sphincter qui ferme l'embouchure des conduits lactifères et qui s'oppose à l'effusion de leur contenu. On peut les considérer par conséquent comme les antagonistes du muscle sous-aréolaire.

C'est bien à tort que le mamelon a été comparé aux organes érectiles. Lorsque le sphincter du mamelon se contracte, cet organe durcit, mais en même temps il diminue de volume. C'est un phénomène contraire que nous présentent les organes érectiles; en durcissant ils augmentent de volume par suite de l'afflux du sang. La rigidité du mamelon n'est donc pas un phénomène d'érectilité, ainsi que je l'ai depuis longtemps démontré, mais un simple phénomène de contractilité.

c. Muscles lisses propres à certains organes. — Ce n'est pas seulement sur le sein qu'on observe des muscles lisses. Il en existe dans d'autres organes où leur présence a été bien constatée et très probablement dans d'autres encore où on ne les a pas suffisamment cherchés. Sur toute la longueur du cordon des vaisseaux spermatiques on remarque de longs et grêles faisceaux de cet ordre. J'ai déjà rappelé qu'on les voit pénétrer en foule dans l'épaisseur de l'ovaire, où ils suivent le trajet des vaisseaux sanguins. Dans les glandes et particulièrement dans le foie ils entourent les conduits excréteurs. Dans les ganglions lymphatiques nous avons vu aussi combien ils sont abondants. Mais j'insisterai plus longuement sur ceux qui appartiennent à l'appareil de la vision.

Dans cet appareil ils se distinguent en muscles lisses palpébraux, muscles lisses intra-orbitaires et muscles intra-oculaires.

Les faisceaux à fibres lisses qui entrent dans la constitution des paupières forment le muscle orbito-palpébral que la méthode des dissociations met très facilement en évidence.

Ceux de l'orbite se voient sur les points d'attache des expansions de l'aponévrose orbitaire; c'est aussi à la méthode des dissociations qu'il faut s'adresser pour constater leur existence.

Les muscles lisses intra-oculaires sont plus importants. Ils forment deux sphincters, dont l'un est situé dans la couronne ciliaire, et l'autre autour de la petite circonférence de l'iris. Le premier, bien connu et bien décrit depuis longtemps déjà, a reçu le nom de *muscle de l'adaptation*, ou de *l'accommodation*; c'est en effet le rôle qu'il remplit. Le second constitue le *sphincter de la pupille*. Son existence

est facile aussi à constater; mais il n'en est pas de même des faisceaux qui rayonnent autour de cet orifice et qui président à sa dilatation.

Ce muscle dilatateur de la pupille est aujourd'hui assez généralement mis en doute; quelques auteurs le nient même de la manière la plus absolue. Il existe cependant. Pour constater son existence, je procède de la manière suivante en faisant usage de la méthode des dissociations. Étant donnés des iris de cheval ou de bœuf, je divise ces iris en deux parties, dont l'une comprend celle qu'occupe le sphincter, et l'autre toute celle dans laquelle est situé le dilatateur; puis je les immerge l'un et l'autre dans une solution d'acide sulfurique au 5°. Après un séjour de quarante-huit heures, je les soumet à l'ébullition dans le même acide au 20°; puis je les laisse ensuite macérer pendant une durée illimitée dans l'acide acétique au 100° additionné d'un égal volume de glycérine.

Après un laps de cinq ou six jours, une semaine ou plusieurs semaines, je les soumet à l'examen microscopique. Les granulations pigmentaires ou chromoleucytes qui les dérobent à la vue, s'écartent alors sur certains points, et dans ces espaces j'ai pu voir des faisceaux absolument semblables à ceux qui forment le sphincter, et sur la nature desquels on ne pouvait élever aucun doute. Le dilatateur de la pupille n'est donc pas moins réel que son sphincter.

B. — Mode de conformation des muscles lisses.

Ces muscles ne possèdent pas une forme qui leur soit propre. Annexés à des organes très différemment conformés, ils en prennent le mode de configuration, du moins pour la plupart; ils se présentent ainsi sous les aspects les plus divers.

Les plus importants et les plus nombreux représentent, comme les viscères dont ils dépendent, des muscles creux de forme cylindrique ou conoïde. Tels sont les muscles de l'appareil digestif, de l'appareil circulatoire, de l'appareil urinaire, de l'appareil génital, tous comparables à de longues gaines, présentant des alternatives plus ou moins grandes de resserrement et de dilatation, et tous soumis aussi à l'influence du grand sympathique. Rappelons que les muscles creux ne se contractent jamais tous ensemble, mais indépendamment les uns des autres, et que leurs contractions se propagent alors dans une direction déterminée.

Parmi ces muscles creux, quelques-uns se composent d'un seul plan, comme ceux qui contribuent à former les ligaments larges et les muscles lisses sous-dermiques; mais la plupart sont formés de deux plans réciproquement perpendiculaires, telle est la tunique musculaire de l'intestin grêle, et en partie aussi celle du gros intestin.

Dans une seconde classe, on peut ranger tous les muscles qui affectent une disposition réticulée. A cette classe appartiennent la couche sous-muqueuse du tube digestif, la tunique musculaire des vaisseaux lymphatiques, les aréoles des organes érectiles et celles de la rate.

Dans une troisième viennent se grouper les muscles à faisceaux indépendants et aplatis ou rubanés, parmi lesquels figurent surtout les muscles si nombreux annexés aux follicules pileux.

Enfin, dans une dernière classe se trouvent compris les sphincters qui méritent une mention spéciale, ces muscles remplissant tous des fonctions plus ou moins importantes.

Parmi ces sphincters nous connaissons déjà ceux qui appartiennent à la couronne ciliaire et à l'iris. A ceux-ci viennent s'en ajouter beaucoup d'autres qui forment aussi une dépendance du système musculaire à fibres lisses : je citerai seulement le sphincter de la vessie, le sphincter anal, le sphincter de l'orifice vaginal, le sphincter de l'orifice supérieur du col utérin, et les deux sphincters de l'estomac, sur lesquels je m'arrêterai un instant pour en montrer toute l'importance.

Le sphincter du pylore est représenté par un puissant et large anneau. Il a pour attribution de ne laisser pénétrer dans la partie supérieure de l'intestin grêle que les aliments soumis dans l'estomac à une complète élaboration. Ceux-ci, arrivés au terme des modifications que leur fait subir le suc gastrique, impressionnent la muqueuse de l'orifice pylorique; l'impression est transmise à la substance grise de la moelle; et celle-ci, répercutant cette impression sous la forme d'une incitation motrice, entr'ouvre le pylore, qui se referme après son passage. Chaque particule de la masse alimentaire arrive ainsi successivement jusqu'à l'orifice qu'elle doit franchir, et n'est admise à le traverser qu'à la condition d'une impression favorable.

Sur une autruche morte au Jardin des Plantes j'ai pu constater combien ce passage des parties chymifiées est admirablement réglé. L'estomac, long de 32 centimètres, contenait dans sa moitié œsophagienne une énorme quantité d'herbes encore intactes. Dans la moitié pylorique se trouvaient entassés pêle-mêle des pierres siliceuses, des fragments de verre de toute forme et une lame de fer longue de 8 centimètres, large de 4 et brillante comme si elle sortait d'un atelier de coutellerie. Tous ces minéraux représentaient autant d'organes masticateurs. Dans leur intervalle se voyait le produit de la mastication, c'est-à-dire des herbes que nos procédés les mieux appropriés à cet usage n'auraient pas mieux triturées. A l'union de la moitié splénique et de la moitié intestinale ces herbes étaient coupées aussi nettement qu'aurait pu le faire un instrument tranchant. Il est donc bien évident que les corps si durs occupant le voisinage du pylore, en associant leur action mécanique

à celle du suc gastrique, coopéraient à la chymification et que les parties suffisamment triturées et chymifiées étaient seules admises à traverser le détroit du pylore.

Cet orifice ne possède pas de muscles dilatateurs ; mais, lorsque les aliments qui se présentent l'impressionnent favorablement, une incitation venue de la moelle détermine la contraction des fibres longitudinales de l'estomac et entr'ouvre l'orifice, qui cède alors sans résistance à la pression excentrique des parties chymifiées.

Les autres sphincters de l'économie s'entr'ouvrent par un mécanisme différent. Ils possèdent des muscles dilatateurs, qui croisent perpendiculairement l'orifice à dilater et dont les fibres sont curvilignes. Au moment où ils se contractent, toutes ces fibres curvilignes tendant à se redresser s'écartent de l'axe de l'orifice, qui s'ouvre alors pour se refermer immédiatement après le passage du contenu.

Ainsi s'ouvrent et se referment la plupart des orifices pourvus de deux muscles antagonistes. Ceux qui occupent l'entrée et la sortie de l'estomac sont doués l'un et l'autre d'une énergie que leur aspect est loin d'annoncer. Cette énergie est démontrée par l'observation suivante, que son vif intérêt m'engage à mettre sous les yeux des lecteurs. Elle est relative à un jeune berger sur lequel tous les viscères de l'abdomen à la suite d'un terrible accident sortirent de cette cavité, et sur lequel le médecin appelé auprès de lui tenta vainement, en comprimant l'estomac avec les deux mains, de vider ce viscère largement dilaté par les aliments qu'il contenait.

Le 30 juin 1850, ce berger venait d'installer son troupeau dans le pâturage accoutumé. Parmi les animaux confiés à sa garde se trouvait un taureau qui avait pour habitude, lorsqu'une pièce de linge était à sa disposition, de la saisir avec ses dents et de la mordre, de la mordiller, de la ronger jusqu'à ce qu'elle fût en pièces.

Pendant que son troupeau paissait tranquillement, le berger de son côté prenait un frugal, mais copieux repas. Il s'étend ensuite horizontalement sur l'herbe, ramène sur sa figure le bonnet dont il était coiffé, cache ses mains sous sa blouse, puis s'endort presque aussitôt. Il dormait d'un sommeil profond lorsque le taureau, le prenant sans doute pour un simple monceau de vêtements, s'en approche et le mord. Le berger se redresse comme un arc qui se détend. A cette soudaine apparition l'animal s'effraye et, ne reconnaissant plus son maître, lui porte un coup de corne qui laboure la paroi antérieure de l'abdomen dans une direction transversale et divise les téguments de droite à gauche sur une étendue de 35 centimètres.

A peine le berger avait-il reçu ce premier coup que le taureau lui en assène un second beaucoup plus terrible. La pointe de la corne cette fois pénètre perpendiculairement dans le flanc droit, entre profondément

dans la cavité abdominale, chemine entre l'arc du côlon et l'estomac, traverse l'extrémité inférieure de la rate, puis ressort par le flanc gauche et achève de diviser la paroi antérieure de l'abdomen. Alors les viscères abdominaux s'échappent et flottent librement au dehors; une hémorragie se déclare. Cependant le jeune berger conserve toute sa présence d'esprit, et, voyant que son ennemi, toujours furieux, s'apprête à lui porter un troisième coup, il se jette à terre. Mais le taureau s'avance et va le fouler aux pieds. Il imagine alors de prendre un point d'appui sur ses talons et sur ses coudes; il fuit sans perdre les avantages de sa position horizontale et arrive bientôt sur le bord d'un ravin. La fuite n'était plus possible, il fallait se laisser fouler aux pieds ou se précipiter dans le ravin. Le berger prend héroïquement ce dernier parti.

Deux heures après l'accident, M. le docteur Patry, médecin de Sainte-Maure, arrive auprès du blessé. On le transporte dans une ferme voisine. Puis, après lui avoir enlevé ses vêtements, on le plonge dans l'auge où venaient se désaltérer les animaux de la ferme; et M. Patry, saisissant tour à tour dans ses mains les viscères flottants et mutilés, les lave à grande eau, enlève la terre, les épines, les caillots sanguins, excise le tiers inférieur de la rate, et cherche ensuite à réunir les deux bords de l'immense plaie. Mais l'estomac, plein et largement dilaté, s'y oppose. La première indication à remplir était donc de le vider. Dans ce but, M. Patry saisit le viscère dans ses deux mains et commence à le comprimer, en imitant, autant que faire se pouvait, le mouvement antipéristaltique. Ses premières tentatives furent sans résultat. Pensant que la compression était trop faible, il la renouvelle plusieurs fois en faisant appel à des efforts de plus en plus grands et bientôt si énergiques, qu'il ne s'arrêta que devant la crainte de produire une déchirure des parois de l'estomac. Néanmoins, l'orifice œsophagien ne s'entr'ouvrit pas un seul instant. Ayant acquis la conviction que les efforts mécaniques les plus grands et les mieux dirigés resteraient impuissants à produire le vomissement, il dut recourir à l'administration de l'émétique.

Lorsque les premières nausées se firent sentir, le médecin de Sainte-Maure mit complètement à découvert l'estomac, le foie, la rate et la portion abdominale de l'œsophage en soulevant la lèvre supérieure de la plaie. Il se trouvait, par conséquent, dans les conditions les plus favorables pour bien observer ce qui allait se passer au moment du vomissement.

Ainsi posé en sentinelle vigilante et prêt à servir la science, sans manquer à aucun des devoirs que lui imposait l'humanité, il attendit le moment où toutes les puissances musculaires allaient être en jeu pour produire l'expulsion de la masse alimentaire. Le blessé, du reste, était calme, nullement démoralisé et même peu affaibli, malgré le

sang qu'il avait perdu. Son attente ne fut pas longue et bientôt il put voir deux séries de phénomènes se succéder.

Les nausées ouvrent la scène. Pendant leur durée, la tunique musculaire de l'estomac se contracte. Les contractions sont lentes et graduées; elles se propagent de droite à gauche et refoulent les aliments vers le cardia. Cet orifice reste clos.

Puis les premiers efforts de vomissement se manifestent; alors l'œsophage entre brusquement et violemment en contraction. L'estomac, qui faisait hernie entre les deux lèvres de la plaie, rentre soudainement dans l'abdomen et s'applique à la face inférieure du diaphragme contracté et résistant. A chaque contraction de l'œsophage, le cardia s'entr'ouvre et une certaine quantité d'aliments le traverse, mais reste momentanément dans le conduit œsophagien. Le vomissement n'a lieu qu'après plusieurs efforts successifs, c'est-à-dire lorsque la cavité de l'œsophage a été suffisamment dilatée et remplie. Les contractions du diaphragme coïncidaient avec celles des fibres longitudinales de cet organe.

De cette observation il résulte : 1° que la condition essentielle du vomissement consiste dans la contraction énergique des fibres longitudinales de l'œsophage; 2° que celles-ci dilatent l'orifice supérieur de l'estomac en se redressant; 3° et que leur action est plus efficace que celle des agents mécaniques les mieux calculés pour produire ce résultat.

Cette observation nous montre, en outre, combien est grande la résistance des sphincters, et combien est grande aussi celle des dilatateurs lorsqu'ils se contractent sous l'influence des incitations motrices émânées de la moelle épinière.

Après le vomissement, l'estomac étant réduit à ses plus petites dimensions, M. Patry put rapprocher les deux bords de la plaie et les maintenir unis à l'aide d'une longue suture enchevillée. L'opération terminée, le blessé fut laissé dans le repos le plus complet. Il est à peine nécessaire d'ajouter que mon distingué confrère, en le quittant, n'emportait aucune espérance de le conserver; et, parmi les lecteurs qui prendront connaissance de son horrible mutilation, il n'en est aucun probablement qui n'ait pressenti aussi sa fin prochaine.

Eh bien, le lendemain de l'accident, M. Patry, à sa grande surprise, trouva son jeune malade aussi calme que la veille. La respiration était normale; le ventre souple. Il n'avait pas souffert; il avait dormi trois heures! Finalement, deux mois après l'accident, la guérison était complète; et quelques années plus tard il entra comme garçon de ferme dans un établissement rural où il était très apprécié pour sa vigueur et son intelligence (1).

(1) *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1863, t. XXVIII, p. 785.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME MUSCULAIRE
A FIBRES LISSES

Ce système est formé par un tissu propre, le tissu musculaire à fibres lisses, et par des parties accessoires.

A. — Tissu musculaire à fibres lisses.

Les muscles à fibres lisses se composent de cellules spéciales et caractéristiques, dont les attributs anatomiques et physiologiques sont aujourd'hui bien connus.

Ces cellules diffèrent considérablement par leurs dimensions. Il en est de grosses et courtes, de grosses et longues, de longues et assez effilées. Ce n'est donc pas dans leur longueur et leur diamètre qu'il faut chercher les caractères qui les distinguent. Leur longueur moyenne varie de 50 μ à 200 μ ; elle peut s'élever jusqu'à 400 μ et même 500 ou 600 μ . Leur diamètre ne représente que le tiers ou le quart de leur étendue. Dans les plus longues fibres, il en représente seulement le huitième ou le dixième.

Ces fibres sont en général de couleur pâle. Cependant, lorsqu'elles se superposent de manière à former deux ou plusieurs plans, comme sur la vessie et l'œsophage, les superficielles sont quelquefois plus colorées et plus distinctes que les profondes.

Leur configuration est caractéristique : toutes sont fusiformes. Elles le sont d'autant plus qu'elles offrent une plus grande longueur. La méthode des dissociations est précieuse pour les mettre en évidence; elle les sépare les unes des autres, les isole entièrement et leur permet de flotter dans le liquide de la préparation. On les reconnaît alors facilement à leur forme qui reste inaltérée; seules elles possèdent ce mode de configuration; en voyant flotter ces fibres lisses fusiformes, on ne peut conserver aucun doute sur leur nature. Leurs extrémités se terminent par une pointe mousse.

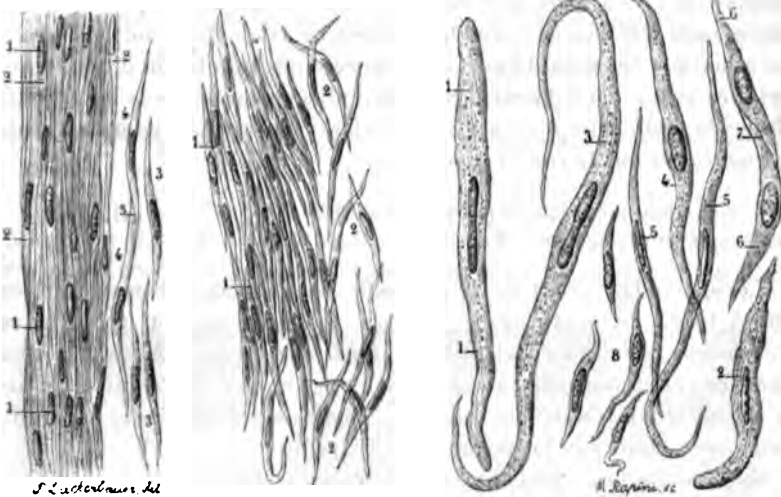
De leur protoplasme émane une substance amorphe qui remplit leurs intervalles et qui les unit très solidement entre elles. Cette substance revêt deux aspects différents. Quelquefois elle renferme dans son épaisseur de nombreux granules arrondis : sous cette forme, elle prend le nom de *tissu élastique fenêtré*; tel est l'aspect sous lequel

elle se montre dans la tunique musculaire des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques. Mais, dans les autres muscles, elle reste dépourvue de granules, se réduit alors à sa plus grande simplicité et se trouve représentée par une substance amorphe, hyaline, très dense. Sous cette seconde forme, comme sous la première, elle peut être rattachée au tissu élastique dont elle possède toutes les propriétés.

FIG. 103.

FIG. 104.

FIG. 105.



Fibres musculaires lisses.

FIG. 103. — *Fibres musculaires de la vessie de l'homme, dont les noyaux sont très apparents, mais dont les contours sont en partie confondus.* — 1, 1, 1, noyaux de ces fibres. — 2, 2, 2, contour de quelques-unes d'entre elles. — 3, 3, fibres qui ont été isolées pour montrer leur mode de configuration. — 4, 4, deux fibres se continuant entre elles par leur extrémité correspondante coupée en biseau. — 5, ces deux fibres unies l'une à l'autre par leurs extrémités à l'aide d'une substance amorphe. (Grossissement de 200 diamètres.)

FIG. 104. — *Fibres musculaires de l'aorte du veau.* — 1, 1, fibres se continuant entre elles. — 2, 2, 2, quelques fibres isolées. (Grossissement de 200 diamètres.)

FIG. 105. — *Fibres musculaires de l'utérus d'une femme morte au neuvième mois de la gestation.* — 1, 1, fibre de moyenne longueur, mais très large, irrégulièrement arrondie à ses extrémités, présentant un noyau central en forme de bâtonnet et des leucytes vaguement disposés en séries longitudinales. — 2, autre fibre du même genre, beaucoup plus courte. — 3, très longue fibre dont les extrémités se terminent en pointe. Ces deux premières variétés de fibres sont les plus nombreuses; elles constituent la presque totalité du corps musculaire de l'utérus. — 4, fibre analogue à la précédente, dont le volume est seulement plus petit. — 5, 5, fibres semblables plus déliées encore. — 6, 6, deux fibres grosses et courtes se continuant par leur extrémité coupée en biseau. — 7, substance amorphe qui les unit l'une à l'autre. — 8, groupe de très petites fibres, d'origine récente et en voie de développement. (Grossissement de 200 diamètres.)

Considérées dans leurs éléments propres, les fibres musculaires lisses se montrent partout formées de trois parties constituantes qui ne font jamais défaut : d'un noyau, d'un protoplasme et de leucytes. Elles sont dépourvues d'enveloppe et ne présentent ni stries transversales, ni stries longitudinales; sous ce double point de vue, elles diffèrent absolument des fibres musculaires striées.

Leur noyau n'est pas moins caractéristique que leur forme. Il est allongé, arrondi à ses extrémités et assez semblable à un petit bâtonnet, auquel on l'a comparé avec raison. Ce bâtonnet est quelquefois rectiligne, mais très souvent aussi légèrement incurvé. Dans son épaisseur, on remarque des granulations assez foncées qui le colorent d'une teinte grisâtre et qui contribuent à le rendre plus apparent. Tous les réactifs dilués le mettent en évidence. Pour obtenir ce résultat, j'emploie plus particulièrement le réactif suivant :

Acide sulfurique ou chlorhydrique au 3000°..... 1 partie.
Acide acétique au 150°..... 1 —

Lorsqu'on fait usage de la méthode des dissociations pour voir les fibres lisses, le noyau ne se voit pas. Selon qu'on veut reconnaître l'existence de ces fibres à leur forme ou à leur noyau, il faut donc avoir recours à cette méthode dans le premier cas et aux réactifs dilués dans le second. La méthode des coupes le montre aussi très bien ; mais elle est d'une application beaucoup moins expéditive.

On pourra aussi faire usage de cette solution qui fait apparaître presque instantanément le noyau :

Acide chlorhydrique au 2000°..... 1 partie.
Acide acétique au 100°..... 1 —

Le protoplasme de ces fibres ne se distingue par aucun caractère qui lui soit propre. Il entoure le noyau, mais ne forme qu'une mince couche sur ses parties latérales et se prolonge au delà de ses extrémités, d'autant plus que la fibre est plus longue.

Les leucytes, que tous les zoologistes désignent encore sous le nom impropre de *granulations*, prennent une part importante et même prédominante à la constitution des fibres lisses. Leur nombre est toujours considérable. Lorsqu'elles atteignent une grande longueur, comme celles de l'utérus au terme de la grossesse, c'est surtout aux leucytes qu'elles sont redevables de leurs dimensions. On les voit alors se multiplier par dédoublement lorsqu'ils ont acquis un certain volume qu'ils ne dépassent jamais, et contribuer ainsi par leurs divisions successives à allonger la fibre dont ils font partie. Quelques auteurs ont cru pouvoir annoncer qu'ils se rangent en séries transversales et même en séries

longitudinales. Je les ai vus aussi se disposer en séries ; mais il ne faut voir dans cet arrangement qu'une simple variété, très exceptionnelle, du reste, et qu'on doit se garder de comparer aux stries des fibres musculaires volontaires, toujours bien autrement régulières et infiniment mieux caractérisées.

En dehors du protoplasme et des leucytes, on n'observe rien qui rappelle la présence d'une membrane. Ces fibres ne possèdent aucune enveloppe ; la substance amorphe qui les entoure et les unit si solidement les unes aux autres les protège suffisamment ; elle a, en outre, pour avantage de leur servir de point d'appui au moment où elles se contractent.

B. — Parties accessoires du système musculaire à fibres lisses.

Un grand nombre de parties accessoires contribuent à former le système musculaire à fibres lisses. Il contient des vaisseaux sanguins très abondants, des vaisseaux lymphatiques plus multipliés encore,

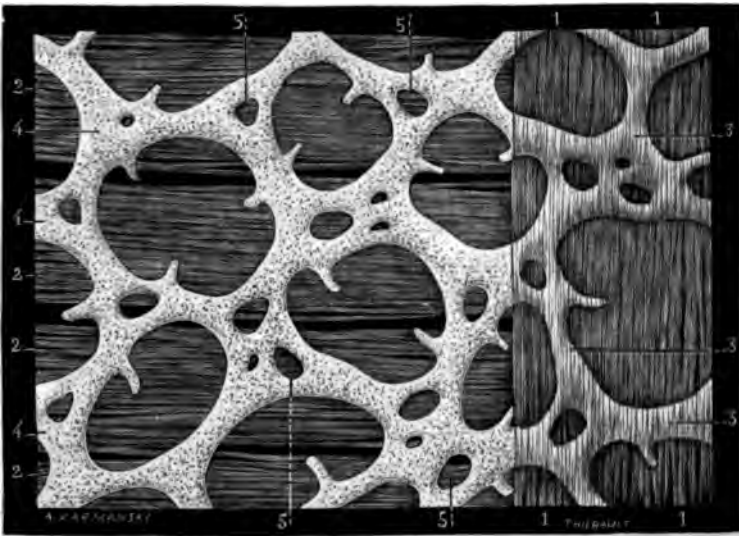


FIG. 106. — Réseau formé par les troncs lymphatiques situés entre les deux couches de l'intestin grêle.

1, 1, 1, fibres musculaires longitudinales de l'intestin grêle d'un enfant de trois mois. — 2, 2, 2, faisceaux musculaires de la couche profonde ou circulaire. — 3, 3, troncs lymphatiques vus à travers le plan des fibres longitudinales. — 4, 4, 4, ces mêmes troncs non recouverts par les fibres précédentes. — 5, 5, 5, 5, orifices que présentent les troncs lymphatiques au niveau de leurs anastomoses.

d'innombrables ganglions nerveux et des nerfs, quelques rares traces de tissu conjonctif et de vésicules adipeuses.

a. Vaisseaux sanguins. — Des artères provenant de sources différentes pénètrent dans les muscles en s'échelonnant sur leur longueur et en se ramifiant dans leur épaisseur. Les plus importantes cheminent parallèlement à la direction de leurs fibres. Lorsqu'ils se composent de deux plans réciproquement perpendiculaires, les vaisseaux sanguins se croisent aussi, formant alors un réseau à mailles quadrilatères; c'est la disposition qu'elles présentent surtout dans le tube intestinal, dans les trompes utérines et quelques conduits excréteurs.

Dans les organes qui passent par de grandes alternatives de volume, comme l'utérus, les artères subissent des modifications correspondantes dans leur nutrition, qui se traduisent par leur petit diamètre et leur direction à peu près rectiligne dans l'état de retrait ou d'atrophie de ces organes, par un plus grand calibre et une direction très flexueuse dans l'état d'hypertrophie.

Il est digne de remarque cependant que les veines, bien qu'elles participent largement à cette hypertrophie momentanée de l'utérus,

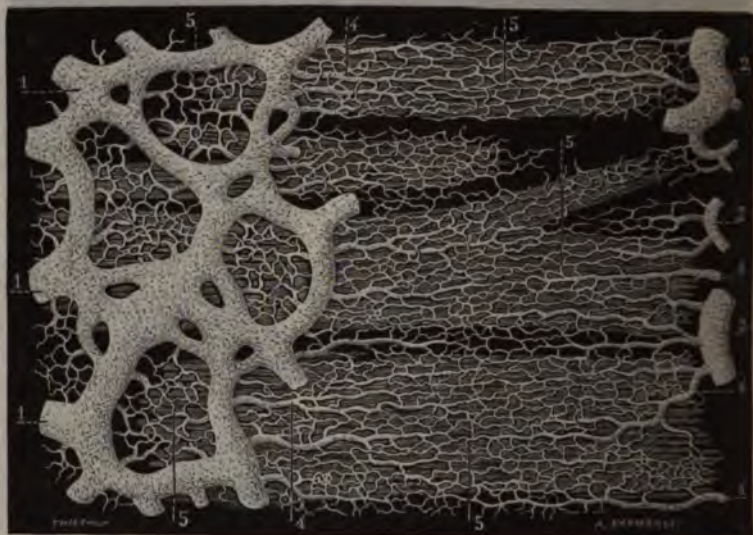


FIG. 107. — Troncs lymphatiques de l'intestin grêle d'un enfant; ramifications qui en partent et qui enlacent les faisceaux et les fibres de la couche musculaire profonde.

1, 1, 1, réseau des troncs. — 2, 2, autres troncs. — 3, troncs plus petit. — 4, 4, 4, ramuscule suivant la direction des faisceaux et se ramifiant dans leur épaisseur. — 5, 5, 5, 5, 5, réseau des premières radicles enlacent les fibres musculaires et se continuant sur leur contour et dans leurs intervalles.

n'offrent jamais ces flexuosités si prononcées des artères; elles se dilatent, mais ne se contournent pas et prennent alors le nom de *sinus*.

Dans les muscles lisses des organes érectiles, les artères se terminent par des bouquets d'artérioles qui affectent aussi une disposition en hélice.

Dans tous les muscles de l'appareil circulatoire nous avons constaté qu'on ne trouve aucune trace de vaisseaux. Ceux-ci font-ils réellement défaut, ou bien leur absence est-elle seulement apparente et doit-elle être rapportée à l'insuffisance de nos procédés d'étude? Il serait difficile de répondre à cette question.

b. Vaisseaux lymphatiques. — Ces vaisseaux sont évidents dans quelques muscles lisses: tels sont ceux qui naissent de la tunique musculaire de l'estomac, de la tunique sous-péritonéale des intestins, de l'utérus et des vésicules séminales. Tous les anatomistes cependant ne sont pas unanimes sur ce point. Il en est quelques-uns encore qui assignent à ces vaisseaux, pour point de départ, la tunique séreuse des viscères. Cette opinion est contredite par les faits les mieux observés, parmi lesquels je mentionnerai seulement les suivants:

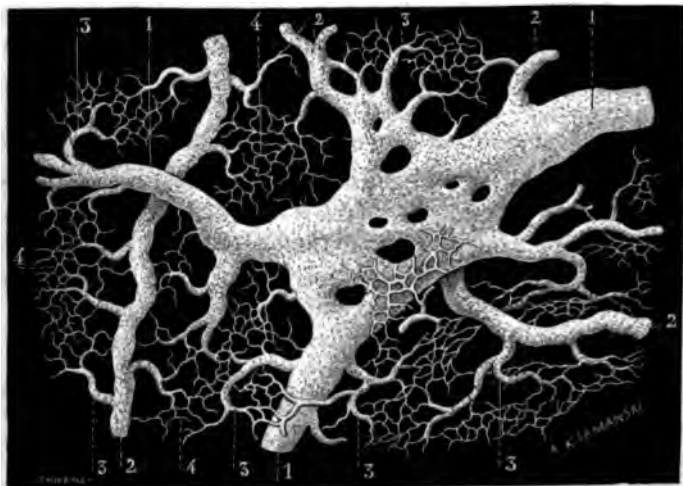


FIG. 106. — Un tronc lymphatique intra-musculaire de l'intestin grêle d'un enfant, avec les troncules, rameaux, ramuscules et ramifications qui en dépendent.

1, 1, 1, troncules convergeant vers le tronc principal, remarquable par son volume et les trous qu'il présente, trous de dimensions très inégales. — 2, 2, 2, divers rameaux entourés de ramuscules. — 3, 3, 3, 3, ramuscules venant s'ouvrir dans leur cavité. — 4, 4, 4, 4, ramifications qui leur donnent naissance et qui entourent les fibres musculaires.

1° Les troncules qui succèdent aux premières radicules de ces vaisseaux se trouvent situés entre les deux couches musculaires dont elles tirent leur origine ; toutes convergent vers ces troncules, celles de la couche superficielle de dehors en dedans, celles de la couche profonde de dedans en dehors. De ces troncules partent des troncs qui se portent vers le péritoine, cheminant à la surface des viscères et qui ne tardent pas à se couder pour se porter vers leur bord adhérent.

2° Lorsqu'on soumet les muscles lisses à l'influence des réactifs énergiques dont dispose la méthode des dissociations, on observe toutes les innombrables radicules qui proviennent des faisceaux musculaires ; on les voit recouvrir et enlacer de leurs anastomoses chacun de ces faisceaux. Le procédé à suivre pour mettre en lumière ce réseau d'origine consiste :

1° A injecter les artères d'un enfant naissant ou âgé seulement de quelques mois avec une solution d'acide chlorhydrique au 1200° ;

2° A immerger des lambeaux de l'intestin grêle dans une solution semblable pendant trois ou quatre jours ; la tunique musculaire se laisse alors détacher par voie de simple décollement ;

3° A plonger ensuite, pendant le même laps de temps, cette tunique isolée dans la même solution additionnée d'un quart de glycérine ;

4° Et, enfin, à déposer une particule de ces lambeaux musculaires dans un tube clos et arrondi à son extrémité inférieure contenant quelques grammes de ce violent réactif, et à le soumettre à l'ébullition :

Acide sulfurique au quart.....	2 parties.
Glycérine.....	2 —
Alcool au 200°.....	1 partie.

Après quelques instants d'ébullition, le lambeau musculaire commence à se diviser en fines languettes. Il faut alors verser brusquement le contenu du tube dans la solution additionnée de glycérine. Tout le succès consiste à saisir ce moment favorable ; car, si l'ébullition n'est pas suffisante, les vaisseaux lymphatiques se voient mal ; et, si l'on n'arrête pas brusquement l'ébullition au moment convenable, le lambeau musculaire tombe en poussière et disparaît.

Lorsque l'opération réussit, et elle réussit le plus souvent après quelques essais, on obtient les résultats inattendus qui se trouvent représentés par les figures 106, 107 et 108.

c. Ganglions nerveux et fibres nerveuses des muscles lisses. — C'est encore à l'intestin grêle d'un enfant de quelques jours ou âgé de quelques mois seulement qu'il faut recourir pour constater la prodigieuse abondance de ces ganglions.

Ils sont situés dans la tunique musculaire de l'intestin grêle entre les deux couches qui la composent. Leur nombre est difficile à déterminer, mais toujours très considérable. Tous se présentent sous la

forme de rubans plus ou moins longs, suivant les directions les plus diverses et composés chacun d'un grand nombre de cellules nerveuses, semblables à celles qu'on observe si facilement dans le réseau nerveux sous-conjonctival de l'intestin.

D'après Auerbach, ces ganglions formeraient une multitude de petits groupes et seraient perforés; il ne semble pas avoir vu les trainées de cellules plus ou moins larges qui leur donnent naissance. Ces trainées ou rubans cellulaires sont cependant faciles à distinguer, bien que chacun d'eux se trouve plus ou moins voilé par le plan musculaire qui le recouvre. Le procédé à employer pour les suivre dans leur trajet et pour voir les centres d'irradiation qu'ils forment en s'unissant est le suivant, qui donne constamment les meilleurs résultats :

1° Injecter un enfant âgé de quelques mois à un ou deux ans avec une solution d'acide chlorhydrique au 1500°;

2° Immerger des lambeaux d'intestin grêle dans une solution d'acide chlorhydrique au 3000°, additionnée d'une solution d'acide acétique au 150° en quantité égale et renouveler chaque jour le liquide.

Après quelques jours et souvent même dès le lendemain, on peut voir le beau réseau nerveux situé dans le tissu conjonctif sous-muqueux, ou *réseau* de Meissner. De ce réseau naissent des trainées de cellules, de forme rubanée pour la plupart, qui pénètrent entre les deux couches musculaires et qui s'anastomosent çà et là dans leur trajet. Chacune de ces anastomoses est un centre d'irradiation, duquel partent non seulement des rubans de cellules en nombre indéterminé, mais une foule de rameaux et ramuscules nerveux qui vont se perdre dans les faisceaux musculaires longitudinaux et transversaux. C'est plus particulièrement à ces centres anastomotiques que s'applique la dénomination de ganglions d'Auerbach. Ils se composent de cellules nerveuses juxtaposées et superposées.

Comment se comportent dans leur trajet et leur terminaison tous les nerfs, rameaux et ramuscules qui naissent de ces ganglions ?

Dans l'intestin grêle, que je prends pour type, parce que sa tunique musculaire est parmi les muscles lisses celle qui se prête le mieux à leur étude, surtout si l'on choisit un enfant de quelques jours, ou un fœtus de sept, huit ou neuf mois, les nerfs cheminent dans le mésentère, pénètrent dans l'intestin par son bord adhérent, puis entrent presque aussitôt dans la tunique musculaire. Ils se comportent de même pour l'estomac, le gros intestin, la vessie, l'utérus, etc.

Arrivés dans la tunique musculaire, ils se partagent en deux ordres : les uns plus superficiels restent dans cette tunique, les autres poursuivent leur trajet et se rendent dans le tissu conjonctif sous-muqueux, où ils forment le plus admirable réseau qu'on puisse voir, le réseau de Meissner, et vont ensuite se terminer dans la tunique muqueuse. Plus

loin, en étudiant le grand sympathique, je reviendrai sur ce réseau, qui mérite de fixer particulièrement notre attention, Je vais donc insister seulement sur les nerfs musculaires proprement dits.

Selon quelques anatomistes, dont l'opinion a été acceptée et développée par M. Hénocque, ces nerfs musculaires se répartiraient en trois principaux plexus, un *plexus périphérique ou fondamental*, un *plexus intra-musculaire*, situé entre les deux principales couches des muscles lisses, comme celui de l'intestin grêle, et enfin un *plexus terminal*, pénétrant entre les principaux faisceaux et dans leur épaisseur, pour se perdre en définitive dans les fibres qui les composent. La distinction de ces trois plexus est une vue purement théorique. Les nerfs pénètrent presque aussitôt entre les deux couches de l'intestin. On peut donc supprimer ce premier plexus. Restent le plexus intra-musculaire et le plexus terminal, lesquels en réalité n'en constituent qu'un seul.

Le plexus intra-musculaire est celui qu'a plus particulièrement décrit Auerbach. Il est réel; mais sa description demande à être reprise sur une base plus précise. Quant au plexus terminal, il comprend l'ensemble des divisions qui partent du plexus précédent. Nous avons donc à étudier : 1° le plexus intra-musculaire; 2° les innombrables

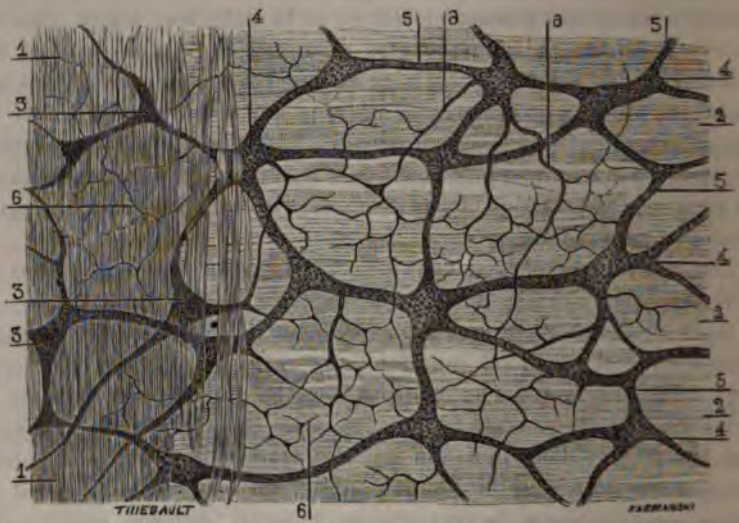


FIG. 109. — Réseau nerveux de la tunique musculaire de l'intestin grêle d'un enfant.

1, 1, plan des fibres longitudinales. — 2, 2, 2, faisceaux de la couche musculaire profonde. — 3, 3, 3, réseau nerveux vu à travers la couche musculaire longitudinale. — 4, 4, 4, 4, ce même réseau non recouvert par la couche précédente. — 5, 5, 5, rubans de cellules qui unissent les ganglions nerveux. — 6, 6, 6, divisions qui partent de ces rubans et des ganglions pour aller se perdre dans les fibres musculaires.

branches, rameaux et ramuscules qui en partent pour se porter dans toutes les directions.

Le plexus intra-musculaire ou plexus d'Auerbach se trouve situé entre le plan circulaire et le plan longitudinal de l'intestin. Il est formé de gros et larges rubans de cellules qui cheminent dans toutes les directions, qui se rencontrent sur une foule de points, et qui s'anastomosent, d'où la disposition plexueuse qui le caractérise. Étant recouvert sur chacune de ses faces, on ne le distingue parfois que difficilement; cependant on peut le suivre et constater la disposition plexiforme de ses rubans. Pour le voir plus distinctement, il faut enlever l'un des deux plans qui le recouvrent. Le plus habituellement c'est le plan longitudinal que je détache.

Étant donné le plexus intra-musculaire ainsi isolé, on prend connaissance des cellules nerveuses disposées en larges rubans, et des ganglions étoilés que forment ces rubans par leurs anastomoses. On arrive ainsi à constater que ces ganglions se composent partout de cellules nerveuses, bien distinctes.

Ce premier point acquis, on passe à l'étude des divisions qui partent en rayonnant de ces divers centres; et l'on remarque que parmi ces divisions il en est un grand nombre qui sont formées aussi par des

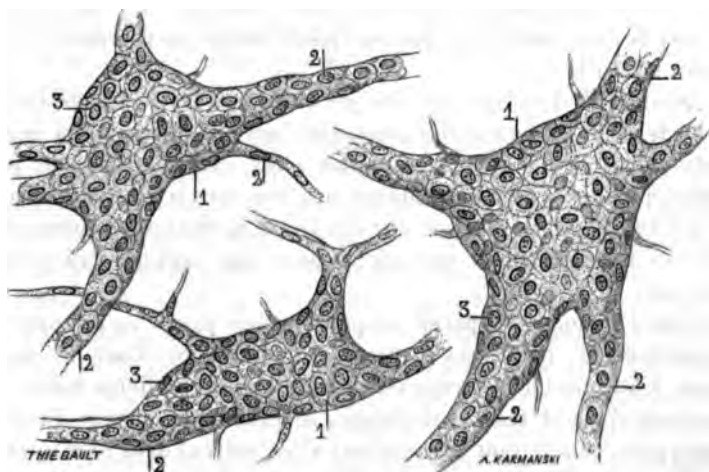


FIG. 110. — Ganglions nerveux de la tunique musculaire de l'intestin grêle et divisions qui en partent.

1, 1, 1, trois ganglions de volumes inégaux et de formes différentes; chacun d'eux est manifestement composé de cellules nerveuses, réunies en grand nombre, se juxtaposant par leur contour et se superposant; toutes présentent un noyau. — 2, 2, 2, rubans cellulaires qui en partent et qui les relient entre eux. — 3, 3, 3, leurs cellules et les noyaux qui en occupent le centre.

trainées de cellules. D'autres sont constitués par des nerfs gris parallèles et juxtaposés sur le trajet desquels se voient çà et là des groupes de cellules nerveuses; d'autres enfin se composent de simples filets, sur lesquels il existe aussi de distance en distance des cellules en nombre variable. Sur quelques points on voit cheminer des tubes nerveux complètement isolés.

Tous les tubes nerveux qui partent des ganglions musculaires sont des prolongements protoplasmiques; ils sont de même nature que les cellules dont ils naissent; comme celles-ci ils se composent : 1° du protoplasme; 2° des leucytes mêlés à ce protoplasme.

Pour M. Hénocque, on voit à l'angle de division des dernières ramifications des nodules ponctiformes et conoïdes, qui se trouvent plus particulièrement à leur extrémité et qui en représentent la partie terminale. Ces nodules ou boutons terminaux ponctiformes, qu'ils se trouvent à l'angle de division des derniers filaments ou à leur extrémité terminale, n'ont pas la signification que leur donne cet observateur; ce sont encore des cellules nerveuses dont le diamètre n'atteint pas $1\ \mu$, et qu'on reconnaît très bien sur les préparations obtenues par le procédé que je recommande. Ce fait est de toute évidence pour ceux qui occupent les angles de division; ceux-ci sont des ganglions uni-cellulaires à trois branches. Quant aux boutons terminaux, ils sont du même ordre que les précédents; seulement une ou deux de leurs branches ont été déchirées pendant la dissociation. Les boutons ponctiformes ne représentent donc pas des terminaisons.

Cependant M. Hénocque n'hésite pas à dire que les dernières divisions des nerfs ou fibres terminales pénètrent dans les fibres lisses pour se rendre dans leur noyau; quelquefois elles s'arrêtent dans le protoplasme, quelquefois sur leur contour ou même dans la substance amorphe qui les unit. Il avoue du reste que ces divers modes de terminaison sont difficiles à constater, et que sur ce point son opinion sera peut-être contestée.

D'autres anatomistes, parmi lesquels je dois placer au premier rang Frankenhæuser, n'ont pas gardé la même réserve. Pour ce dernier auteur, toutes les fibres terminales pénètrent dans les fibres lisses. Elles traversent d'abord leur protoplasme, se prolongent jusque dans leur noyau, puis, poursuivant leur course, elles entrent dans leur nucléole. Ici elles s'arrêtent sans doute. Nullement; arrivées à cette limite extrême, elles se partagent en cinq filets. L'un d'eux élit domicile dans le nucléole; c'est le plus simple. Un autre, peu satisfait de sa nouvelle résidence, en sort aussitôt, entre dans une cellule voisine, traverse son protoplasme, traverse son noyau, se jette dans son nucléole, puis, fatigué de sa course folle et désespérant de trouver un meilleur gîte, il s'y termine. Restent les trois autres filets de la fibre terminale. Que

deviennent-ils? Leur étude n'offre pas moins d'intérêt. Ils ne s'arrêtent pas, comme on aurait pu le penser; ils se réfléchissent, reviennent sur leurs pas, et finalement, après avoir beaucoup voyagé à l'intérieur du nucléole, ils s'anastomosent et donnent naissance à un plexus compliqué. Mais les nerfs, lorsqu'ils s'anastomosent, ne font que s'accoler; ils se séparent ensuite pour suivre chacun le trajet qui leur convient. Ces filets anastomosés se séparent-ils? et, s'ils se séparent, où vont-ils? Espérons que Frankenhæuser, dans une seconde édition de son petit roman, nous donnera sur tous ces points quelques détails complémentaires, impatiemment attendus de ses nombreux admirateurs.

Mais descendons de ces hauteurs et rentrons dans la simple réalité. Comment en définitive se terminent les nerfs dans les muscles lisses? En les poursuivant dans les meilleures conditions pour reconnaître leur mode de terminaison, on les voit cheminer au milieu de leurs fibres, en suivre la direction ou les croiser en s'anastomosant encore, puis disparaître sans qu'il soit possible de constater le point précis où ils s'arrêtent, sans qu'il soit possible de dire s'ils pénètrent ou ne pénètrent pas dans les fibres musculaires. Cette dernière hypothèse cependant est la plus probable. Contentons-nous de cette probabilité, jusqu'au moment où des recherches ultérieures nous apporteront une conclusion plus positive. Nous connaissons leur terminaison dans les fibres musculaires striées. Mais ici le problème est plus difficile à résoudre; nous sommes en présence des infiniment petits avec lesquels luttent en vain nos instruments grossissants.

Le *tissu conjonctif* ne prend qu'une très petite part à la constitution du système musculaire à fibres lisses. Il entoure ces muscles et les unit aux parties voisines; il accompagne les vaisseaux qui leur sont destinés ou qui en sortent. Mais il ne pénètre pas dans leur épaisseur. Leurs fibres sont unies entre elles par une substance amorphe, hyaline, assez résistante, en sorte qu'on ne les décolle que très difficilement. Les deux systèmes musculaires diffèrent beaucoup sous ce rapport. Dans les muscles à fibres striées le tissu conjonctif est abondant. Dans les muscles à fibres lisses on peut dire qu'il fait à peu près complètement défaut. C'est en vain qu'on en cherche quelques traces dans le puissant muscle utérin; il abonde au dehors et disparaît dans son épaisseur. Dans le muscle vésical il contribue à unir les trois plans qui le composent, surtout les deux premiers ou superficiels, mais ne pénètre pas entre les faisceaux et fascicules dont ils sont formés.

Fibres élastiques. — Ce qui est vrai pour le tissu conjonctif ne l'est pas moins pour les fibres élastiques. On en rencontre beaucoup aussi sur leur périphérie, mais aucune dans les faisceaux musculaires. Ainsi,

sur le tube intestinal, il existe au-dessous du péritoine des fibres élastiques qui appartiennent à la séreuse ; il en est de même pour celles qui se montrent à la surface de l'utérus, à la surface des trompes, sur la face postérieure de la vessie. Dès que le péritoine ou le tissu conjonctif environnant cessent de les recouvrir, elles disparaissent aussi. Nous avons déjà souvent reconnu combien sont étroitement liées ces fibres avec les faisceaux conjonctifs. Partout où l'on observe ces faisceaux, partout aussi elles se montrent. Lorsqu'ils font défaut, les fibres disparaissent également, ce qui ne saurait nous surprendre, puisqu'elles ont la même origine que ceux-ci. Faisceaux et fibres sont un produit d'exsudation des cellules conjonctives.

Les *cellules adipeuses*, pour la même raison, ne se montrent nulle part à l'intérieur des muscles lisses ; elles ne sont qu'une dégénérescence des cellules conjonctives et il ne peut y avoir de cellules dégénérées sur les points où l'on ne trouve aucune trace des cellules dont elles proviennent. C'est seulement sur leurs limites qu'on les rencontre, disposées en amas ou trainées de configuration diverse. Ainsi par exemple elles sont assez abondantes dans le tissu conjonctif sous-muqueux de l'estomac et des intestins, mais ne pénètrent jamais entre les deux couches musculaires. Celles qui accompagnent les vaisseaux s'arrêtent à l'entrée de ceux-ci dans les muscles ; celles qui entourent les vaisseaux utérins s'arrêtent aussi sur les bords de l'utérus.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME MUSCULAIRE A FIBRES LISSES

Par l'ensemble de ses propriétés, ce système se distingue très nettement du système musculaire à fibres striées que nous étudierons plus loin. Elles se partagent aussi en deux groupes bien différents, les uns étant d'ordre physique et les autres d'ordre physiologique.

A. — Propriétés physiques.

Parmi ces propriétés des muscles lisses, il importe surtout de mentionner leur coloration, leur consistance, leur élasticité, leur extensibilité et leur rétractilité.

a. Couleur. — Nous avons déjà constaté que ces muscles, considérés en masse, sont peu apparents. Ils offrent une teinte générale

ment grise, plus ou moins pâle; quelques-uns même sont incolores et complètement invisibles. Cependant, en les examinant avec plus d'attention, on remarque qu'ils sont loin de présenter une coloration uniforme, et qu'ils peuvent être rapportés à trois ordres : les muscles rouges, les muscles pâles et les muscles incolores.

Les muscles rouges sont peu nombreux. Ils varient, du reste, de nombre et d'étendue, selon les individus, selon l'âge et surtout selon les espèces animales. Chez l'homme, il faut ranger dans cette première classe la couche longitudinale de l'œsophage, la couche musculaire superficielle de la vessie et celle du rectum, dont la coloration devient plus vive à mesure qu'elles se rapprochent de leur partie terminale. Chacun de ces trois plans musculaires emprunte le principe de ses contractions aux nerfs venus de la moelle épinière; et tous les trois ont pour commune attribution de dilater des sphincters au moment où leurs fibres curvilignes se redressent.

Les muscles pâles représentent la presque totalité du système musculaire de la vie organique. A cet ordre, appartiennent ceux de l'estomac, des intestins, de l'utérus, des conduits excréteurs, de la peau, etc. Les nerfs qui les animent viennent du grand sympathique.

Les muscles lisses incolores ne sont pas moins répandus que les précédents : tels sont ceux qui font partie de l'appareil circulatoire, ceux des ganglions lymphatiques, ceux de l'appareil visuel dont l'existence ne peut être reconnue qu'à l'aide de l'acide chloro-nitrique au 5°, ou par l'emploi de la méthode des dissociations.

b. La constance de ces muscles est caractérisée par la mollesse lorsqu'on considère seulement les fibres qui les composent. Mais, sur les muscles proprement dits, elle s'accuse, au contraire, par une certaine fermeté qui dérive soit de leur entre-croisement, soit de la substance amorphe contribuant à les former. La tunique musculaire de l'estomac, celle des intestins, ne se laissent pas très facilement déchirer; elles possèdent une manifeste résistance; celle des artères est plus résistante encore; celle du canal déférent est très grande. Mais alors même que les plexus musculaires sont isolés et réduits à leur seule force, ils résistent encore très sensiblement aux efforts qui tendent à les déchirer lorsque ces efforts sont perpendiculaires à leur direction.

En remontant au principe de cette résistance, il devient manifeste qu'elle réside surtout dans la substance amorphe qui entoure leurs fibres et qui les unit entre elles si solidement, substance qui avait été jusqu'ici, et bien à tort, confondue avec le tissu conjonctif, impropre à leur fournir un point d'appui.

c. Élasticité. — Cette propriété n'est pas contestable, mais elle est ici moins accusée que dans une foule d'autres organes. Lorsqu'on

insufflé l'estomac, au moment où l'air s'en échappe, il revient aussitôt sur lui-même sans reprendre complètement ses dimensions premières; il reste un peu plus dilaté; l'insufflation des intestins, de la vessie, des trompes utérines donne un résultat analogue. Pendant la vie, on pourrait l'attribuer, soit à la contractilité, soit à la tonicité de ces viscères; mais après la mort leur retrait ne peut être rattaché qu'à leur élasticité. Or dans les muscles lisses il n'existe pas de fibres élastiques; ce n'est donc pas à ces fibres qu'on peut rapporter la cause d'un tel phénomène. Mais n'oublions pas que tous les muscles à fibres lisses sont riches en vaisseaux sanguins. Or ceux-ci sont pourvus en grande abondance d'éléments élastiques; ce sont ces éléments qui interviennent alors pour ramener les viscères insufflés à leurs dimensions habituelles; ils entrent en action avec d'autant plus d'efficacité qu'ils sont plus allongés. Peut-être aussi faut-il accorder à la substance amorphe qui entoure les fibres lisses une certaine part dans ce phénomène.

d. Extensibilité. — Tous les muscles lisses sont extensibles; mais cette propriété varie considérablement selon l'organe auquel ils appartiennent. Les grands muscles creux se prêtent à une extensibilité d'autant plus remarquable qu'ils sont plus étendus. L'estomac, sous ce rapport, se place au premier rang; dilaté par l'ingestion de copieux aliments ou de plusieurs litres de liquide, il peut descendre assez bas pour se rapprocher plus ou moins de la symphyse des pubis. Insufflé après la mort, il prend subitement un volume assez considérable pour remplir la presque totalité de l'abdomen.

Les différentes parties du gros intestin, sous l'influence des gaz accumulés dans leur cavité, peuvent atteindre aussi de très grandes dimensions; ouverts, ils se rétractent comme l'estomac et presque instantanément. Lorsque leur tunique musculaire est paralysée à la suite de certaines affections de la moelle épinière, ils se laissent distendre presque indéfiniment sur toute leur longueur. J'ai vu sur un homme mort à la suite d'une lésion semblable tout le côlon et le rectum tellement dilatés par la rétention des matières contenues dans leur cavité, que leur diamètre n'avait pas moins de 10 centimètres d'étendue. Le rectum à lui seul remplissait toute l'excavation du bassin. La vessie paralysée peut remonter jusqu'au voisinage de l'ombilic; dans quelques cas exceptionnels on l'a même vue remonter plus haut.

Tous ces organes, après une extension presque instantanée, reprennent leur capacité normale lorsque la cause qui avait occasionné leur dilatation disparaît. Bichat fait remarquer avec raison que leur ampliation dans l'état habituel est toujours successive. Celle des intestins succède à celle de l'estomac; celle de la vessie n'a lieu que lorsque les autres viscères commencent à revenir ou sont revenus déjà

à leur moyenne capacité. Leur ampliation simultanée est un fait morbide qu'on voit se produire dans le météorisme, à la suite des étranglements internes et de quelques autres lésions.

Mais en regard de ces muscles larges et minces qui se laissent si facilement et si largement dilater, plaçons ceux qui ne présentent qu'un petit diamètre, comme les artères, les lymphatiques, les conduits excréteurs à parois épaisses, et nous serons frappés des étroites limites de leur extensibilité. Quelques-uns même, comme les canaux déférents, se refusent à toute dilatation.

Il en est d'autres, comme l'utérus et le vagin, dont les parois peuvent se dilater très largement. Mais elles se dilatent par un procédé bien différent, essentiellement vital ou physiologique. Ces muscles deviennent, sous l'influence de la gestation, le siège d'un surcroît de vitalité et d'une nutrition excessive qui a pour effet de produire le dédoublement des cellules musculaires, leur prolifération, l'hypertrophie des vaisseaux et des autres parties constituantes de l'organe. Leur ampliation n'est plus un phénomène simplement mécanique ou physique, mais une hypertrophie momentanée qui sera suivie de phénomènes opposés ou régressifs lorsque ce but sera atteint.

L'extensibilité est donc une propriété particulièrement dévolue aux muscles creux, à parois larges et minces, que leurs fonctions appellent à passer par des alternatives très grandes de capacité. Elle descend à des limites beaucoup plus restreintes dans les muscles creux de petit diamètre, et disparaît dans les muscles à parois plus ou moins épaisses, ou bien se manifeste alors par un processus qui n'a rien de commun avec la simple dilatation.

La *rétractilité* succède à l'extensibilité. Ces deux phénomènes sont corrélatifs. Ils ne le sont pas cependant aussi complètement qu'on pourrait le penser. Les muscles larges et minces de la portion sous-diaphragmatique du tube digestif reviennent à leur capacité normale ou moyenne, mais à la condition de n'avoir pas subi une dilatation excessive, car ils conservent alors une étendue plus grande. J'ai observé un fait de cette nature à l'hôpital Cochin, au début de mes études. Une femme, chez laquelle le pylore était presque entièrement fermé par une large bride consécutive à des accidents inflammatoires très anciens, accumulait dans son estomac des quantités si considérables d'aliments, que cet organe, en se dilatant de plus en plus, finissait par remplir toute la cavité abdominale. Après huit ou dix repas successifs, ce viscère étant arrivé à son plus extrême degré d'ampliation, des vomissements se produisaient. Elle vomissait pendant un jour ou deux et rejetait en telle abondance toutes les substances ingérées qu'elle en remplissait un seau. Sa vie s'écoulait ainsi, mangeant et vomissant

tour à tour, ne vivant que des produits de la digestion stomacale. Elle finit par succomber. A l'autopsie nous pûmes constater l'existence de la bride qui fermait le pylore, bride parfaitement saine du reste, et une dilatation si excessive de l'estomac qu'il descendait jusqu'aux pubis, à la manière d'un tablier, recouvrant les autres viscères de l'abdomen. Il était vide cependant; ses vastes parois s'appliquaient l'une à l'autre; il avait perdu la faculté de se rétracter, bien qu'il fût dans un état de parfaite intégrité.

La rétractilité est donc une propriété qui tend à s'affaiblir lorsque l'extensibilité est portée au delà de ses limites naturelles et qui peut même disparaître à la suite d'extensions forcées et souvent répétées.

Quel est le mécanisme sur lequel repose cette propriété? Elle doit être considérée aussi comme un phénomène physique, puisqu'elle ne disparaît pas après la mort. De même que l'extensibilité, elle ne peut être attribuée qu'au tissu élastique, non à celui des muscles dilatés puisqu'ils en sont dépourvus, mais à celui des vaisseaux sanguins et lymphatiques et aussi aux fibres élastiques du tissu conjonctif sous-muqueux et à celles de l'enveloppe péritonéale. On pourrait objecter que, si elle est inhérente à une force physique, elle aurait dû persister chez la malade dont je viens de parler; mais n'oublions pas que les forces de cette nature s'usent aussi lorsque nous en faisons un usage abusif. Dans les artères, les veines, les lymphatiques et quelques autres conduits de petit calibre où l'abus est impossible, la rétraction opérée par le tissu élastique reste inaltérable.

B. — Propriétés physiologiques.

Le système musculaire à fibres lisses a pour attributs physiologiques la sensibilité, la contractilité et la tonicité. A ces trois propriétés viennent s'en ajouter deux autres: la faculté de se nourrir et la faculté de croître par voie de multiplication des cellules qui le composent.

a. Sensibilité. — De toutes les propriétés vitales des muscles lisses, la sensibilité est la plus obscure. Dans les muscles à fibres striées, elle se traduit à notre conscience par un sentiment de fatigue; elle se révèle aussi par le privilège qu'elle nous donne de mesurer nos efforts au but que nous nous proposons en contractant nos muscles, privilège précieux qui a pour avantage une très grande économie de forces. Mais, dans les muscles lisses, par quel effet, sous quelle forme se manifeste la sensibilité? Sans doute, nos viscères reçoivent des impressions; l'estomac est impressionné par les aliments, les intestins par leur contenu, la vessie par l'urine, l'utérus par le fœtus, etc. Mais ces impressions

naissent-elles de la muqueuse ou de la tunique musculaire sous-jacente? On pourrait rester dans le doute.

Cependant il est probable que la tunique musculaire en est le siège ou du moins le principal point de départ. Les considérations qui suivent tendent à le prouver :

1° Pendant la chymification, les parois de l'estomac restent appliquées à la masse alimentaire; il est alors en état de tonicité. Les nerfs, impressionnés par l'ampliation progressive du viscère, transmettent l'impression à la moelle, qui réagit sur le muscle gastrique et qui le maintient en état de contraction tonique pendant toute la durée de sa dilatation.

2° Un phénomène analogue se produit durant la digestion intestinale et se propage alors de haut en bas à mesure que les aliments descendent vers le cæcum.

3° Pendant la dilatation de la vessie, le muscle vésical est aussi en état de contraction tonique dû à la même cause, et, lorsque la distension dépasse certaines limites, cet état s'accompagne d'un malaise d'autant plus pénible qu'elle est plus grande.

4° Pendant l'accouchement, la femme éprouve des douleurs qui deviennent plus vives au retour de chaque contraction et qui ont bien manifestement pour cause l'état spasmodique de l'utérus.

A ces faits il serait facile d'en ajouter quelques autres conduisant à la même conclusion. Bien que la sensibilité des muscles lisses se manifeste par des phénomènes moins accusés que celle des muscles striés, nous pouvons donc la considérer comme non moins réelle.

b. Contractilité. — Cette seconde propriété caractérise essentiellement le rôle physiologique des muscles lisses. Elle s'accuse par une série de phénomènes de plus en plus prononcés et qui décroissent dans le même ordre d'intensité. Faible et à peine apparente au début, elle devient lentement plus énergique et s'éteint comme elle avait commencé, par des contractions qui se dérobent à la fois à la vue et au toucher. Pour en prendre une complète notion, il faut ausculter l'estomac d'un coq ou d'un palmipède au moment où la tunique musculaire se contracte. Les corps étrangers accumulés dans la portion pylorique du gésier entrent alors en collision; et celle-ci s'annonce par un bruit sourd et lointain qui augmente graduellement d'intensité, qui décroît ensuite pour s'éteindre progressivement. Ce bruit, après quelques instants de repos, recommence et se renouvelle ainsi pendant toute la durée de la trituration des aliments. Il traduit très fidèlement à l'oreille toutes les variations d'intensité des contractions du gésier.

La contractilité pour certains muscles lisses est donc caractérisée par

une sorte de rythme. Mais pour la plupart des autres muscles de cet ordre les phénomènes sont plus simples. Elle ne présente pas le caractère ondulatoire qui l'a fait comparer au mode de progression de certaines hirudinées et qui lui a mérité le nom de contraction vermiculaire. Elle est plus calme, modérée, régulière et périodique; tel est le mode de contractilité des vaisseaux.

Celui des sphincters se distingue aussi par un type qui lui est propre; dans l'état le plus habituel il est réglé par la tonicité; ces muscles restent contractés. Lorsque ceux qui président à leur dilatation entrent en action, ils se dilatent, tantôt avec une certaine lenteur, comme les muscles de la vessie et du rectum, tantôt soudainement, comme les deux sphincters de l'estomac.

Ce qui distingue plus particulièrement les longs muscles de forme cylindrique, c'est la faculté qu'ils possèdent de se contracter successivement sur tous les points de leur trajet en poussant ainsi devant eux les parties liquides ou demi-liquides qu'ils mettent en mouvement. Le plus habituellement la contraction se transmet dans la direction que suit le contenu; leur mouvement est dit alors péristaltique; quelquefois il se propage en sens contraire, il prend alors celui de mouvement antipéristaltique. Dans l'estomac et les intestins ces deux mouvements opposés se succèdent parfois à plusieurs reprises et alternativement, d'où un mélange plus complet des parties en voie d'élaboration et la facilité plus grande pour celles-ci de s'imprégner des sucs provenant des parois viscérales.

c. Tonicité. — Cette propriété diffère beaucoup de la précédente. Celle-ci est inhérente aux muscles, et indépendante du système nerveux qui joue relativement à ces organes le rôle d'un simple excitant. La tonicité est un mode de contraction qui a pour attribut au contraire d'être sous la dépendance immédiate de ce système. Cette propriété est essentiellement caractérisée par un état de tension permanente; que les muscles soient composés de fibres striées ou de fibres lisses, ils se trouvent dans cet état de tension, en vertu duquel ils se font équilibre, la tension des uns jouant le rôle de contrepoids à l'égard des autres; c'est ainsi qu'au moment où le biceps et le brachial antérieur entrent en action pour fléchir l'avant-bras, le triceps par sa tension permanente modère l'action des muscles antérieurs, qui en l'absence de ce contrepoids déterminerait une flexion brusque et instantanée, au lieu d'une flexion douce et graduelle. La tonicité se retrouve donc dans les deux ordres de muscles. Mais c'est surtout dans les sphincters qu'elle est bien apparente; c'est par leur tonicité que ceux-ci président à l'occlusion permanente des orifices qu'ils entourent; c'est pour contre-balancer cette contraction permanente que les dilatateurs se contractent; c'est

par sa tonicité que la tunique musculaire de l'estomac, des intestins, de la vessie, etc., maintient la tunique muqueuse sous-jacente toujours en contact avec le contenu de ces viscères.

Lorsque les nerfs qui tiennent la tonicité sous leur dépendance sont divisés ou lésés, lorsqu'ils perdent, en un mot, toute action sur les muscles, la tonicité disparaît. C'est pourquoi les sphincters se relâchent à la suite de toutes les affections chroniques de la moelle épinière et immédiatement après la mort. La tonicité ou tension permanente des muscles n'est donc pas moins importante que leur contractilité.

d. Nutrition. — La vitalité des muscles lisses a surtout son siège dans les cellules qui les composent. Un courant moléculaire émané des capillaires sanguins et un contre-courant parti de ces cellules caractérisent leur nutrition. Au début de la vie, pendant l'adolescence et jusqu'à la maturité, c'est le premier qui l'emporte sur le second ; on voit alors les cellules s'allonger : l'allongement porte surtout sur leur protoplasme et accessoirement sur leur noyau. Il est dû aussi à la prolifération des leucytes toujours abondants dans leur épaisseur ; c'est seulement à une époque très avancée de la vie que le mouvement de décomposition commence à s'accuser. Sous ce rapport, les muscles lisses sont bien différents des muscles striés qui s'atrophient dans la vieillesse et qui ont déjà perdu une notable part de leur volume et de leur énergie à une époque où les muscles viscéraux sont encore en possession de tous leurs attributs et de leur entière activité. Ils sont redevables de ce privilège à l'inégale durée des deux vies : la vie extérieure ou animale s'éteignant plus tôt que la vie végétative qui commence plus tôt aussi, en sorte que sa durée est en général plus longue que celle de la vie de relation.

CHAPITRE IV

DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME MUSCULAIRE A FIBRES LISSES

Ces fibres, à leur apparition, ressemblent à toutes celles qui contribuent à former la première ébauche de l'embryon. Elles sont arrondies et possèdent un gros noyau arrondi aussi, qu'entoure une mince couche de protoplasme.

Mais très rapidement elles s'allongent et deviennent alors ovoïdes, puis ellipsoïdes. Le noyau participe à cet allongement. Le protoplasme et les leucytes tendent déjà à se reporter vers ses deux extrémités.

Dans une période un peu plus avancée, la fibre se montre avec ses attributs caractéristiques. Le noyau présente une longueur à peu près double de celle de son diamètre. Au-dessus et au-dessous du noyau se dessine un cône protoplasmique d'une étendue égale à celle qu'il présente; puis celui-ci, continuant à s'allonger, prend sa forme en bâtonnet et alors les deux cônes protoplasmiques qui recouvrent ses extrémités commencent à prendre une longueur prédominante et l'emporteront d'autant sur ses dimensions que la cellule sera plus développée.

L'allongement du noyau et sa forme en bâtonnet, qui en est la conséquence, se comprennent facilement. C'est une simple modification de sa forme primitive; en s'allongeant, il diminue de diamètre.

Mais la longueur de plus en plus considérable que présentent les deux cônes protoplasmiques est due à une cause bien différente. Le protoplasme, devenant le siège d'une nutrition très active, emprunte des éléments nouveaux au plasma sanguin. Les leucytes qui se montrent en quantité de plus en plus grande dans son épaisseur lui empruntent à leur tour les sucres nutritifs nécessaires à leur accroissement. Ils atteignent rapidement un volume qu'ils ne dépassent plus et chacun d'eux se divise alors en deux moitiés, lesquelles se divisent à leur tour; et, cette bipartition continuant, ils se multiplient de plus en plus, au point de se toucher, pour la plupart, par leur contour. Ils prennent donc à la croissance de la cellule une part considérable. C'est à eux qu'est due l'énorme prédominance de longueur des deux cônes protoplasmiques sur le bâtonnet qui occupe le centre de la cellule.

Ce mode de développement peut être très facilement observé et suivi dans toutes ses périodes sur l'utérus en état de gestation. Pendant toute la durée de la grossesse, les premières cellules formées se partagent par voie de dédoublement; au neuvième mois, cette prolifération est encore très active, en sorte qu'on trouve alors dans le muscle utérin, parvenu à ses plus grandes dimensions, toute la longue série des cellules intermédiaires qui relient les plus petites aux plus longues, lesquelles atteignent une étendue de 150 μ à 200 μ .

Si ces cellules offrent de si notables différences de longueur, c'est donc par suite de la prolifération de plus en plus grande des leucytes qui n'affectent, du reste, dans la masse protoplasmique, aucune disposition régulière.

Leur bipartition peut se produire lorsqu'elles ont déjà atteint un certain développement. Au moment où les deux noyaux se séparent, ils semblent appartenir à la même fibre, d'où l'opinion émise par quelques auteurs et particulièrement par M. Robin, qu'il peut exister deux noyaux dans une fibre cellule.

Quelquefois, parmi les fibres de récente formation, on remarque que

le noyau se trouve très rapproché de l'une de leurs extrémités. L'extrémité courte répond alors au plan de bipartition du protoplasme, et l'extrémité longue au point opposé; mais cette extrémité courte s'allonge rapidement et bientôt elle égale celle qui l'avait précédé.

Pour prendre connaissance de toutes ces variétés, il faut étudier le développement du système à fibres lisses, non seulement sur l'organe de la gestation, mais sur d'autres muscles en état de croissance, et particulièrement sur le tube intestinal, chez des fœtus ou des enfants naissants. Le point important pour cette étude est de bien isoler les fibrilles dans toute leur longueur. Dans ce but, on injectera l'enfant par la carotide primitive avec une solution d'acide chlorhydrique au 1500°; on immergera ensuite des lambeaux d'intestin longitudinalement incisés dans la solution suivante :

Acide chlorhydrique au 3000°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

Après quelques jours d'immersion, on plongera les mêmes lambeaux dans cet autre réactif :

Acide chlorhydrique ou sulfurique au 1500°.....	1 partie.
Acide chromique au 10 000°.....	1 —

Après une durée à peu près égale, on saisit avec les mors d'une bonne pince un pli de la tunique séreuse et on l'arrache. On détache ainsi avec la séreuse la couche musculaire longitudinale qui est mince et transparente. Sur ses bords flottent de nombreuses fibres lisses bien isolées qu'on peut observer dans toutes les variétés de leur développement. En arrachant par un procédé inverse un mince lambeau de la couche circulaire, on pourra isoler aussi les fibres qui la forment et reconnaître qu'elles sont plus courtes que les précédentes.

Pour l'étude de la partie terminale du grand sympathique dans la tunique musculaire de l'intestin grêle, si l'on ne peut disposer d'un enfant naissant, on pourra prendre un jeune mammifère, ou bien un rongeur d'un âge quelconque; le lapin et le cobaye surtout sont très convenables pour cette étude. Dans ce but, on immergera, pendant quelques jours, des lambeaux de l'intestin grêle, incisés longitudinalement, bien lavés et bien étalés dans l'acide chlorhydrique au 2000°, additionné d'une égale quantité d'acide acétique au 100°. On ne tardera pas à voir apparaître avec une grande netteté le réseau de Meissner et le réseau d'Auerbach.

SYSTÈME MUSCULAIRE A FIBRES STRIÉES

Les muscles à fibres striées, de même que les muscles à fibres lisses, sont essentiellement caractérisés par la propriété qu'ils possèdent de se contracter sous l'influence d'un stimulus. Mais cette propriété ne se manifeste pas dans les uns et dans les autres par des caractères identiques.

Les muscles à fibres striées arrivent en quelque sorte d'emblée à leur plus grand raccourcissement, et reviennent brusquement aussi à leur longueur première. Nous avons vu que les muscles à fibres lisses se distinguent par un mode d'action bien différent : leur contraction, d'abord à peine sensible, devient plus accusée, augmente d'intensité, puis s'affaiblit de plus en plus jusqu'au moment où le muscle rentre dans l'état de repos. Pour les premiers, en un mot, la contraction est vive, énergique, instantanée. Pour les seconds, elle s'accroît et décroît graduellement ; elle est lente à se produire et lente à s'éteindre.

A ces deux modes d'action si différents correspondent deux modes de conformation et de constitution très différents aussi. Les muscles dont l'action est instantanée sont rouges, plus ou moins volumineux, et réductibles en longues fibres cylindriques sur lesquelles on remarque des stries transversales et longitudinales. Les muscles dont l'action est lente et graduelle sont pâles, peu développés et réductibles en courtes fibres fusiformes sur lesquelles ces stries font défaut.

Ces derniers nous sont connus. Passons à l'étude des muscles striés, que nous aurons souvent l'occasion de comparer aux précédents.

Les muscles striés, appelés aussi *muscles volontaires*, *muscles extérieurs*, *muscles de la vie animale*, appartiennent presque tous, en effet, à la vie de relation. C'est sous ce nom que Bichat les désignait, par opposition aux muscles lisses ou viscéraux, qui représentaient pour lui les muscles de la vie organique. Ces dénominations, aujourd'hui, ne sont plus acceptées, bien qu'en se plaçant au point de vue élevé sous lequel cet auteur avait envisagé les deux systèmes musculaires, elles soient encore vraies et amplement justifiées.

Ses successeurs, descendant de la hauteur où il planait et se maintenait sans efforts, ont fait remarquer que le système musculaire de la vie animale se prolonge sur les voies digestives jusqu'à la partie moyenne de l'œsophage, et qu'il pénètre assez profondément dans les appareils de la vie organique. Ils ont pu dire aussi que le diaphragme, agent principal de la respiration, et que le cœur, organe central de la circulation, sont des muscles striés. Les muscles de cet ordre ne sont donc pas l'attribut exclusif des appareils de la vie animale; on les retrouve sur tous les points où le jeu régulier des fonctions réclamait un agent mécanique d'une action rapide. D'une autre part, les muscles à contraction lente s'étendent beaucoup au delà des limites qu'on leur avait d'abord assignées; ils entrent dans la constitution des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques; ils se montrent dans la peau sur presque toute son étendue; ils pénètrent même dans l'organe de la vue où ils jouent un rôle important.

Les deux systèmes musculaires, en un mot, se pénètrent réciproquement; celui de la vie animale entre dans les appareils préposés à la conservation de l'individu et de l'espèce; et celui de la vie organique envahit en partie aussi les appareils qui nous mettent en rapport avec le monde extérieur.

Mais négligeant ces quelques exceptions, et embrassant de son regard d'aigle un vaste horizon, Bichat a pu dire en toute vérité que, les fonctions de l'organisme se partageant en deux ordres, chacun d'eux a reçu en partage un système moteur qui lui est propre, l'un appelé à desservir les organes de la vie organique, l'autre plus spécialement consacré aux organes de la vie animale.

Le système musculaire à fibres lisses est exclusivement constitué par les fibres de cette nature. Le système musculaire à fibres striées comprend dans sa constitution, indépendamment de celles-ci, des parties fibreuses de configuration différente qui en font partie aussi et qui se rattachent à son étude. Les fibres striées forment le muscle proprement dit; les parties fibreuses le prolongent ou l'entourent, et en représentent autant de dépendances: tels sont les tendons, qui transmettent aux leviers osseux les mouvements résultant de la contraction des muscles, les aponévroses qui enveloppent ceux-ci, les gaines qui entourent les tendons, qui les fixent dans leur situation, qui leur servent de poulies de renvoi, etc. Toutes ces parties appartiennent aussi au système fibreux. Elles nous sont connues. La partie rouge ou contractile de ces muscles appelle donc seule notre attention.

Ainsi délimité, le système musculaire strié embrasse encore dans son étude un vaste champ qui a été exploré par un grand nombre d'auteurs, et dont la réelle constitution cependant n'a pas été décrite.

Nous nous occuperons successivement de tout ce qui se rattache à sa morphologie, à sa conformation intérieure, à sa structure et à ses propriétés. Nous terminerons par l'exposé des phénomènes qui sont relatifs aux différentes phases de son développement.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME MUSCULAIRE A FIBRES STRIÉES

Envisagés sous ce premier point de vue, les muscles striés nous offrent à considérer leur nombre, leur situation, leur volume, leur direction, leur forme, leurs attaches, les rapports qu'ils présentent et les anomalies si fréquentes dont ils sont le siège.

§ 1^{er}. — NOMBRE DES MUSCLES STRIÉS.

Le nombre de ces muscles ne saurait être déterminé d'une manière rigoureuse. Chez quelques individus, en effet, certains muscles font défaut. Chez d'autres, on observe des muscles surnuméraires. A ces deux causes qui font varier leur dénombrement vient s'en ajouter une troisième plus importante : beaucoup d'entre eux se confondent par une de leurs extrémités; or ces muscles, qui ont des insertions communes, représentent-ils un seul organe ou autant de muscles différents? Pour résoudre cette question, on ne peut s'appuyer que sur des données plus ou moins arbitraires; de là des causes de dissidence qui ont conduit les auteurs à des conclusions différentes.

Quelques anatomistes avaient évalué le chiffre total des muscles à 400. Chaussier le réduisit à 368; et Theile a cru pouvoir le limiter à 346. Ces évaluations sont évidemment trop faibles. Le nombre total des muscles striés s'élève à 500 environ, qui se répartissent de la manière suivante :

Tronc.....	190
Tête.....	63
Membre supérieur.....	98
Membre inférieur.....	104
Appareil de la vie nutritive.....	46
	501

Dans leur dénombrement, ces auteurs, il est vrai, n'avaient pas fait rentrer le dernier groupe; mais, en le supprimant, on voit que les

muscles affectés à l'appareil de la locomotion et aux organes des sens atteindraient encore le chiffre de 455, très supérieur à celui qu'ils ont adopté. Et cependant je n'ai compris dans ce calcul, ni les muscles dont l'existence est inconstante, comme les petits zygomatiques, les petits psoas, les pyramidaux de l'abdomen ; ni ceux dont le nombre est très variable, tels que les sus- et sous-costaux, ni les muscles surnuméraires. Additionnés, ces trois groupes de muscles s'élèveraient, en moyenne, à 25 ou 30.

Si l'on compare le nombre des muscles à celui des os, on pourra remarquer combien les premiers l'emportent sur les seconds. Dans ce parallèle, il convient, du reste, de ne faire intervenir que les organes actifs de la locomotion. Or, aux 175 pièces qui forment le squelette du tronc et des membres, correspondent près de 400 muscles. Chaque os en possède donc, en moyenne, de deux à trois, et peut ainsi se mouvoir dans plusieurs sens à la fois.

§ 2. — SITUATION DES MUSCLES STRIÉS.

Ces muscles sont répartis de telle sorte qu'ils se divisent en trois principaux groupes qui diffèrent non seulement par leur siège, mais aussi par leurs attributions.

Le premier groupe comprend les muscles profonds ou sous-aponévrotiques qui ont pour destination de mettre en mouvement les différentes pièces du squelette ; ce sont les plus nombreux et les plus volumineux. Ils représentent à eux seuls la plus grande partie du volume et du poids du corps.

Le second se compose des muscles sous-cutanés ou muscles superficiels, *muscles peauciers*. Il est peu développé chez l'homme, mais beaucoup plus important chez la plupart des animaux, non seulement chez les grands mammifères, tels que le bœuf et le cheval, mais chez les autres quadrupèdes, même chez les plus petits, comme tous les rongeurs, où ils recouvrent presque toute la surface du corps. Par leurs contractions ils plissent la peau, la déplacent, et ébranlent les poils qui la recouvrent, lesquels se délivrent ainsi des corps étrangers déposés à leur surface.

Le troisième est représenté par les muscles annexés aux organes des sens. À ce dernier groupe se rattachent les muscles qui meuvent le globe de l'œil et les paupières, ceux qui prennent insertion sur le cartilage du pavillon de l'oreille, tous ceux si nombreux qui se voient autour de l'entrée des narines et autour de l'orifice buccal, auxquels il faut joindre ceux qui dépendent de l'appareil génital dans les deux sexes.

Les muscles des deux premiers groupes sont situés presque tous à droite et à gauche du plan médian. Il est digne de remarque que la partie centrale du squelette composée d'un si grand nombre de pièces impaires et symétriques n'est entourée et mise en mouvement que par des muscles pairs et latéraux. Cette différence dans le mode de distribution des organes passifs et actifs de l'appareil locomoteur s'explique par la nature si opposée de leurs attributions. Les premiers, destinés à s'appuyer les uns sur les autres, à fournir des points d'attache aux muscles et à soutenir toutes les parties molles, s'échelonnent en grand nombre sur la ligne médiane afin de donner au rachis la solidité qui lui était nécessaire. Les seconds, préposés à la mobilité de cette colonne, se rangent à droite et à gauche de son axe, afin de lui imprimer des mouvements plus variés.

Parmi les muscles du troisième groupe il en est un certain nombre qui sont situés au contraire sur le plan médian : tels sont les trois constricteurs du pharynx, les deux couches musculaires de la moitié supérieure ou striée de l'œsophage, le diaphragme, les muscles qui entourent l'urèthre, etc.

Dans les membres, les muscles ne se trouvent pas répartis du reste d'une manière égale. Sur leur racine on les voit se grouper en grand nombre autour de l'épaule et de la hanche. Sur leur partie terminale où les os se multiplient, ils deviennent relativement moins nombreux. Mais ils s'allongent alors pour la plupart et peuvent agir ainsi sur plusieurs leviers à la fois.

§ 3. — VOLUME ET DIRECTION DES MUSCLES.

Il n'est aucun système qui occupe dans l'économie une place aussi grande, et qui présente un poids aussi considérable. Il forme à lui seul les deux cinquièmes de la masse totale du corps. En s'étalant de toutes parts sous la peau, il la soutient, il en dessine les dépressions et les reliefs. En recouvrant tous les leviers osseux, il les protège ; combien seraient plus fréquentes leurs solutions de continuité, et combien elles seraient plus graves si les muscles par leur épaisseur n'absorbaient en partie les efforts des corps contondants !

Ces organes en général moins développés chez la femme, et chez les individus qui les exercent peu, perdent sous l'influence du repos et de certaines affections chroniques une notable partie de leur volume ; ils peuvent même, lorsque ces affections sont longtemps prolongées, se réduire au plus extrême degré d'atrophie. Les saillies osseuses se montrent alors de toutes parts et l'habitude extérieure prend l'aspect si étrange qui caractérise l'émaciation à tous les âges et chez tous les individus.

Dans l'état de santé ils sont très inégalement développés, non seulement chez les hommes de conditions différentes, mais aussi chez ceux qui offrent le même âge, qui s'adonnent aux mêmes travaux, et qui vivent d'une vie semblable. Certaines natures sont essentiellement privilégiées sous ce rapport ; chez quelques individus, ne se livrant à aucun travail mécanique, à aucun exercice exceptionnel, tout le système musculaire présente les plus belles proportions et une rare puissance. On peut le comparer à cet égard au système nerveux central. Combien celui-ci diffère d'un individu à un autre ! Alors même qu'il semble également développé, ses fonctions sont faibles ou ordinaires chez le premier, énergiques et brillantes chez le second. Deux systèmes musculaires d'égal développement peuvent offrir le même contraste. Pour juger de leur vigueur, il faut donc tenir compte non seulement de leur volume, mais aussi de leur constitution intime qui ne se révèle à nous que par leur mise en activité. Qu'à ces constitutions privilégiées viennent s'ajouter le volume et l'exercice, l'un et l'autre arriveront au plus haut degré de leur évolution et de leur énergie. Les muscles striés impriment alors aux formes extérieures cet aspect particulier, bien connu des peintres et des statuaires, et décrit par les physiologistes sous le nom de *tempérament athlétique*.

Mais il est rare que tous les muscles arrivent à la fois à cet excessif développement. L'hypertrophie est presque toujours partielle, et en rapport avec la profession ou le genre d'exercice. Chez ceux qui utilisent plus spécialement le membre supérieur, ce sont les muscles fléchisseurs et extenseurs de l'avant-bras, qui sont les plus saillants ; chez le danseur, on admire surtout le relief des triceps fémoraux et du triceps de la jambe. Chez ceux qui se livrent dans les cirques et les hippodromes à des exercices violents, le développement est plus général ; il porte à la fois sur les membres et sur le tronc, en un mot sur tout l'appareil locomoteur.

Dans le règne animal on retrouve partout cette même corrélation entre le volume des muscles et l'énergie de la fonction. Voyez les pectoraux chez l'oiseau : ils représentent à eux seuls la moitié de leur système locomoteur ; c'est pour leur fournir une vaste surface d'insertion que leur sternum est surmonté d'une crête d'autant plus saillante qu'ils restent plus longtemps suspendus dans les hautes régions de l'atmosphère. Voyez les crêtes analogues qui recouvrent le crâne des grands carnassiers : elles ont également pour destination de doubler la surface à laquelle s'attachent leurs puissants temporaux.

La *direction* de ces organes est aussi étroitement en harmonie avec leurs fonctions ; car, si le volume dénote leur énergie, la direction qu'ils suivent nous indique leur usage. Étant donné leur angle d'inci-

dence avec tel ou tel levier osseux, il devient facile de déterminer le déplacement que celui-ci va subir.

La direction des muscles est représentée par leur axe, qui peut être rectiligne, curviligne ou angulaire. Pour déterminer l'action d'un muscle rectiligne, il suffit d'en rapprocher les deux extrémités; l'os correspondant sera entraîné de son côté. Lorsque les fibres musculaires suivent une direction curviligne, le premier effet de leur contraction est de les redresser, ou d'en diminuer la courbure; ainsi se comportent celles du diaphragme, du transverse de l'abdomen et des sphincters à forme elliptique. Lorsque ces fibres sont circulaires, la courbe qu'elles décrivent se resserre et l'orifice circonscrit diminue plus ou moins de diamètre; tel est le mode d'action des fibres circulaires supérieures ou striées de l'œsophage, et de celles qui entourent la portion membraneuse de l'urèthre.

Les muscles qui présentent un coude sur leur trajet sont connus sous le terme générique de *muscles réfléchis*. Pour en déterminer l'usage, il faut tenir compte seulement de la portion réfléchie et la considérer comme un muscle rectiligne.

Certains muscles sont rectilignes dans une attitude et réfléchis dans une autre: ainsi les extenseurs des doigts se redressent pendant l'extension et se coudent pendant la flexion; ils présentent même dans cette dernière attitude une double réflexion, en vertu de laquelle ils agissent sur les trois phalanges simultanément.

L'angle d'incidence des muscles rectilignes et des leviers osseux est extrêmement variable. Sur les membres les uns et les autres sont d'abord à peu près parallèles. Mais, au niveau des articulations, les tendons se coudent, et les muscles rectilignes se transforment en muscles réfléchis. Cette simple déviation, à peine accentuée au début de leur action, se prononce de plus en plus à mesure que l'os se déplace. Ainsi le biceps à peine dévié au niveau de son tendon forme avec l'avant-bras un angle qui varie selon le degré de la flexion. Il en est de même du triceps brachial, du triceps fémoral, et d'une foule d'autres muscles qui de parallèles dans certaines attitudes passent à l'état de muscles réfléchis pendant le jeu des articulations.

Certains muscles ne se coudent pas dans leur trajet, mais s'enroulent autour de l'organe qu'ils sont chargés de mouvoir, tels les muscles droits de l'œil qui suivent la courbure de la sclérotique et qui appartiennent aussi à la classe des muscles réfléchis.

Parmi ces muscles réfléchis, la plupart au niveau de leur réflexion prennent leur point d'appui sur des gouttières osseuses, comme les obturateurs internes, les péristaphylins externes, les fléchisseurs des orteils, les péroniers latéraux, etc.; d'autres l'empruntent à des anneaux fibreux, comme le grand oblique de l'œil et le digastrique;

d'autres à des gaines fibreuses, comme les tendons fléchisseurs des doigts, les extenseurs de la main au moment où ils entrent en action.

§ 4. — FORME DES MUSCLES STRIÉS.

Ces organes affectent les formes les plus diverses. Cependant on peut les ramener, comme les os, à trois formes principales, en les distinguant en muscles longs, muscles larges et muscles courts.

A. Muscles longs. — Ils occupent les membres pour la plupart. Groupés autour des leviers osseux, comme autour d'un axe, on les voit non seulement se juxtaposer pour les entourer de toutes parts, mais se superposer le plus souvent de manière à former deux couches, l'une profonde, l'autre superficielle.

La couche profonde, appliquée sur le périoste, lui adhère en général par un tissu conjonctif lâche. Les tendons qui en dépendent s'implantent directement sur le tissu osseux auquel ils s'unissent si étroitement qu'on ne peut les en séparer que par voie de dissection, c'est-à-dire en incisant les points d'attache.

La couche superficielle répond aux aponévroses qui la séparent du pannicule adipeux. Elle est plus longue que la précédente. Celle-ci s'étend d'un os à l'os inférieur, en passant sur une articulation. Les muscles sous-aponévrotiques débordent par leurs deux extrémités l'os sous-jacent et passent ainsi sur deux articulations plus ou moins éloignées l'une de l'autre. Il suit de cette disposition et de leur plus grande contractilité : 1° que dans les solutions de continuité ils deviennent la cause principale du déplacement des fragments ; 2° que dans les amputations ils laissent en partie à découvert les muscles profonds qui eux-mêmes ne recouvrent plus que très incomplètement l'extrémité de l'os, d'où la conicité des moignons.

Les deux couches musculaires se meuvent facilement l'une sur l'autre, chacune glissant librement dans la gaine aponévrotique qui l'entoure et qui se prolonge entre les muscles dont elles sont composées.

Les muscles longs sont simples ou composés : simples lorsqu'un seul faisceau musculaire les représente ; composés lorsque plusieurs se réunissent pour les former. Tantôt ces faisceaux convergent de haut en bas, comme ceux qui constituent le biceps et le triceps du bras ; tantôt au contraire ils divergent en descendant comme les fléchisseurs des doigts et des orteils, comme les extenseurs de ces appendices.

Ces muscles présentent une partie moyenne et deux extrémités. La partie moyenne ou corps du muscle en est en général la partie la plus volumineuse ; elle répond à la diaphyse des os longs, c'est-à-dire à leur

portion la plus grêle et contribue ainsi à régulariser la forme conoïde des membres.

Sur le tronc, ces muscles sont rejetés à sa partie postérieure ; ils ont surtout pour attributs leur nombre très considérable, leur petitesse relative, et leur mode de connexion.

Logés dans les gouttières vertébrales, ils se juxtaposent par une portion seulement de leur longueur, et se débordent par leurs extrémités ; de là trois longs muscles résultant de l'assemblage d'une foule de muscles grêles qui leur donnent naissance en s'élevant de plus en plus. Cette multiplicité d'organes moteurs est en harmonie avec le nombre très considérable aussi des leviers à mettre en mouvement.

B. Muscles larges. — Ces muscles diffèrent beaucoup des précédents et aussi beaucoup les uns des autres. Il en est qui sont situés sous la peau et d'autres sous les aponévroses. Quelques-uns sont annexés aux viscères.

Les muscles larges sous-cutanés sont peu nombreux chez l'homme, où ils ont pour siège exclusif la tête et le cou. L'occipito-frontal, l'orbiculaire des paupières, le peaucier du cou sont les principaux représentants de ce petit groupe. Mais chez les mammifères ils acquièrent une telle ampleur qu'ils recouvrent toute la surface du cou et du tronc. Plusieurs caractères les distinguent des muscles larges sous-aponévrotiques dont ils diffèrent particulièrement : 1° par leur minceur ; 2° par leur pâleur ; 3° par leur adhérence à la peau. Dans les abattoirs ils sont enlevés avec les téguments auxquels ils donnent plus d'épaisseur et sont conservés aussi par les tanneurs, en sorte qu'ils font partie des cuirs employés pour les chaussures. En faisant l'analyse histologique des cuirs provenant du bœuf, du cheval, etc., j'ai pu constater leur présence. Nous marchons autant sur les muscles peauciers que sur la peau proprement dite.

Lorsque les muscles peauciers n'offrent qu'un faible développement, ils sont constitués par un seul plan de fibres. Mais chez les solipèdes, les ruminants, les carnassiers, ils se composent de plusieurs plans superposés qui s'entre-croisent ; de là leur plus grande épaisseur ; de là aussi pour eux la possibilité d'imprimer aux téguments une mobilité plus variée, le même muscle leur communiquant des mouvements en sens divers, lesquels sont en outre beaucoup plus étendus.

Les muscles larges sous-aponévrotiques se montrent en grand nombre sur les parois du tronc qu'ils contribuent à former. Ils participent à la mobilité du thorax et de l'abdomen, dont la capacité est en partie subordonnée à leurs contractions. Ceux qui ne dépassent pas les limites de ces cavités sont plus minces et de forme irrégulièrement quadrilatère ; tels sont le grand droit, les deux obliques de l'abdomen, les

intercostaux. Ceux qui s'étendent de ces cavités à la racine des membres, comme les pectoraux, le grand dorsal, le psoas, affectent une forme triangulaire et prennent plus d'épaisseur à mesure qu'ils se rapprochent de leur terminaison. Ils ont une double attribution, prenant leur point d'appui, tantôt sur les os du tronc et tantôt sur ceux de l'épaule ou de la hanche; ils agissent sur ces os dans le premier cas, et sur ceux du tronc dans le second.

Lorsque ces muscles se disposent sur plusieurs plans, comme les abdominaux et les intercostaux, leurs fibres s'entre-croisent, en sorte qu'ils produisent des effets très différents, selon que leur contraction est isolée ou simultanée. Il suit, en outre, de leur superposition qu'ils se prêtent mutuellement protection et jouent ainsi le rôle de paroi plus ou moins résistante, d'où la rareté relative des hernies, qui seraient bien autrement fréquentes si les muscles ne s'opposaient énergiquement à la tendance qui porte les viscères à s'échapper par toutes les issues qu'ils peuvent dilater.

Les muscles larges annexés à certains organes comme ceux du pharynx et de l'œsophage, comme les releveurs de l'anus et les ischio-coccygiens, le lingual supérieur, les péristaphylins, ont pour destination de leur communiquer des mouvements très divers, en rapport avec les fonctions très différentes aussi qu'ils remplissent. Les constricteurs du pharynx concourent à la déglutition par l'impulsion qu'ils transmettent au bol alimentaire; le lingual supérieur élève la langue en l'attirant en arrière; les génio-glosses l'abaissent et l'attirent en avant; les péristaphylins externes tendent le voile du palais, prolongent en arrière la cavité palatine et concourent, par leurs contractions, à détourner le bol alimentaire des fosses nasales.

C. Muscles courts. — On les rencontre en général autour des articulations. Ne pouvant imprimer aux leviers osseux de grands mouvements, ils ajoutent à ceux des muscles longs et larges des mouvements qui permettent à ces leviers de se mouvoir dans tous les sens; ainsi les muscles courts qui se groupent autour de l'articulation temporo-maxillaire font glisser le condyle de la mâchoire inférieure dans deux sens principaux et opposés, qui communiquent une grande mobilité aux organes de la mastication.

Ceux qui se groupent autour de l'articulation de la hanche ajoutent à ses grands mouvements des mouvements de rotation.

Ceux qui remplissent les espaces interosseux de la main et du pied impriment aux phalanges des mouvements de latéralité. Leur rôle, bien que secondaire, a aussi son utilité: chaque muscle, si minime qu'il soit, tient sa place dans la mécanique animale; et du concours de tous résultent la variété, l'harmonie, la perfection de nos mouvements.

Ajoutons que la division des muscles en trois ordres est possible des mêmes objections que celle des os en trois classes. La nature ne divise rien, elle se borne à créer des organes, en donnant à chacun la forme, les dimensions et les aptitudes qui lui conviennent le mieux. Nos divisions relèvent de la science qui emploie cet artifice pour mieux analyser les innombrables phénomènes soumis à notre observation, et frapper plus vivement notre attention. Il est beaucoup de muscles, en effet, qui présentent des caractères mixtes et qu'il serait difficile de classer. Mais cette objection s'adresse à toutes nos classifications, dont l'utilité cependant ne peut être contestée.

§ 5. — ATTACHES DES MUSCLES.

Parmi les notions qui se rattachent à l'étude des muscles, celles qui concernent leurs attaches ou insertions figurent parmi les plus importantes. Étant connues en effet les insertions d'un muscle, il devient facile d'en déterminer la direction et les usages.

Les muscles peauciers s'attachent aux téguments par une de leurs extrémités, ou par l'une et l'autre. Dans le premier cas, ils attirent la peau vers leur insertion fixe, tels sont la plupart des muscles de la face. Dans le second, ils lui impriment des plis perpendiculaires à leur direction et détachent les corpuscules qui s'y attachent : tels sont les muscles peauciers du tronc chez les mammifères.

Ceux qui s'insèrent sur un organe, comme les muscles de l'œil, comme ceux du voile du palais et de la langue, lui communiquent des mouvements variés en rapport avec leurs fonctions. Ceux qui s'attachent à des membranes muqueuses jouent le rôle de muscles constricteurs. Quelques-uns s'étendent d'un tendon à un autre tendon, comme les lombricaux de la main et du pied. D'autres encore prennent insertion sur des cartilages, comme ceux du larynx et de l'oreille, ou sur des aponeuroses dont ils représentent les muscles tendeurs.

Mais la grande majorité des muscles se fixent par leurs deux extrémités sur les diverses dépendances du squelette, qu'ils sont chargés de mouvoir. Ils communiquent à nos membres des mouvements partiels qui les mettent en relation avec les divers points de la surface du corps, et à celui-ci des mouvements de totalité auxquels il est redevable de sa liberté et de son entière indépendance. Les dépressions, les saillies, les crêtes, les aspérités, les inégalités de toutes formes dont les os sont recouverts ont pour destination de leur servir de points d'attache. Aussi remarque-t-on qu'elles se montrent d'autant plus accusées que les muscles sont plus développés, d'où les différences qui distinguent le squelette de l'homme de celui de la femme.

On voit assez souvent les muscles se fixer par de courtes fibres ou de très minimes faisceaux de nature fibreuse sur la surface des os. Mais en général, c'est par un tendon arrondi qu'ils s'insèrent sur les saillies osseuses, et quelquefois par un tendon aplati et plus ou moins large, qui prend alors le nom d'*aponévrose d'insertion*.

Ces tendons ou aponévroses d'insertion s'implantent directement sur le tissu compact en se continuant par leur contour avec le périoste. Entre eux et le tissu osseux, on ne voit aucune substance jouant le rôle de moyen d'union. L'adhérence des deux tissus est si intime qu'ils se pénètrent quelquefois, le tissu osseux remontant dans le tissu fibreux ; le système musculaire des oiseaux et de quelques autres vertébrés nous offre de nombreux exemples de ce genre. Ainsi fixés sur les os, les tendons se laissent rompre plutôt que de s'en détacher ; ou bien en se détachant ils emportent avec eux une partie de la surface à laquelle ils adhéraient.

Leurs attaches ont été distinguées en insertions mobiles et insertions fixes. Mais cette distinction ne doit être acceptée qu'avec une certaine réserve, car pour la très grande majorité d'entre eux chacune de leurs attaches est tour à tour fixe ou mobile, selon l'attitude des pièces du squelette. Ainsi, dans la position la plus habituelle des membres supérieurs, le biceps et le brachial antérieur prennent leurs insertions fixes en haut et leurs insertions mobiles en bas ; mais, dans l'action de grimper, c'est l'insertion inférieure qui devient l'insertion fixe. Dans une foule de mouvements, les deux insertions d'un muscle se trouvent ainsi renversées.

On donne le nom d'insertion fixe à celle qui sert le plus habituellement de point d'appui. Les insertions fixes sont surtout caractérisées par l'étendue plus grande des surfaces d'implantation ; comparons les deux insertions des muscles fessiers, des psoas, des extenseurs : d'un côté, nous voyons de larges muscles recouvrant de larges surfaces osseuses ; de l'autre, de simples tendons se fixant à une apophyse qui semble en quelque sorte se détacher de l'os pour venir à leur rencontre. Lorsque les muscles s'unissent par une de leurs extrémités, c'est presque toujours l'insertion fixe qui s'unit en partie ou en totalité à celle des muscles voisins.

§ 6. — RAPPORTS DES MUSCLES.

Les muscles sont en rapport avec les organes passifs de l'appareil locomoteur, les os, les articulations, les aponévroses, les ligaments ; ils sont en rapport surtout les uns avec les autres et aussi avec les vaisseaux et les nerfs qui cheminent dans leurs intervalles.

A. Rapports des muscles avec l'appareil locomoteur. — Le squelette des membres est recouvert de toutes parts par les muscles longs qui opposent à ses parties les plus grêles leur partie la plus épaisse, en sorte que les leviers osseux répondent aux muscles proprement dits et les articulations aux tendons qui trouvent sur leur contour des poulies de renvoi et des points d'attache. C'est par l'étude attentive de toutes ces parties que le chirurgien peut se rendre compte du déplacement qu'éprouvent les fragments d'une fracture portant sur les extrémités par lesquelles les os se correspondent.

Les muscles larges sont en rapport avec les os du tronc, auxquels ils s'insèrent pour faire l'office de parois. Ceux de l'abdomen n'entrent en relation avec le squelette que par leurs extrémités ou leur circonférence, comme le diaphragme. Ils sont le point de départ de mouvements partiels portant sur les arcs costaux et de mouvements d'ensemble portant sur le rachis qu'ils infléchissent ou inclinent à droite et à gauche.

Les muscles courts se logent dans les espaces des os courts, ou au-devant de ces os comme ceux des éminences thénar et hypothénar, ou en arrière comme ceux de la région sous-occipitale.

Les rapports des muscles avec les os sont surtout intéressants à connaître pour le rôle qu'ils jouent dans les fractures. Leur influence sur les deux fragments d'une solution de continuité diffère beaucoup selon que celle-ci porte sur des os longs, des os plats ou des os courts. Lorsque les diaphyses sont le siège de la fracture, les muscles environnants ont pour effet constant d'attirer en haut le fragment inférieur, qui remonte alors sur le supérieur, d'où un raccourcissement des membres que le chirurgien doit s'attacher à prévenir. Pour les os plats et les os courts, le déplacement est plus limité, souvent presque nul. Les muscles semblent même, en se contre-balançant, immobiliser les fragments, en sorte que ces solutions de continuité se consolident en général plus facilement et plus rapidement.

Les rapports qu'affectent les muscles avec les aponévroses sont plus étendus encore que ceux de ces organes avec les os. Ils diffèrent aussi pour les trois ordres.

Sur les membres où les aponévroses arrivent à leur plus grand développement, chaque section est entourée par une gaine fibreuse de la surface interne de laquelle se détachent des prolongements secondaires. Les premiers ou principaux prolongements entourent la couche musculaire superficielle et les suivants les muscles profonds; de là deux gaines plus petites, l'une entièrement aponévrotique, la seconde moitié fibreuse, moitié osseuse. De celles-ci naissent des cloisons qui s'unissent par leurs bords et qui forment autour des muscles des gaines de troisième ordre.

Chaque muscle se trouve ainsi contenu dans une gaine qui lui est propre et qui assure son indépendance sans modifier ses relations avec les muscles voisins. Quelques-uns prennent des points d'attache sur la gaine qui les entoure; tels sont les muscles superficiels de l'avant-bras et de la jambe qui utilisent ces gaines, ainsi que nous l'avons vu, pour leur insertion fixe. Les muscles des membres, sans rien perdre de leur liberté, sont donc étroitement enchaînés et si bien immobilisés qu'ils ne peuvent se déplacer dans aucune attitude.

En se prolongeant d'une section sur la suivante, les aponévroses, après avoir engainé la portion charnue des muscles, engainent aussi leur portion tendineuse et brident également chaque tendon dans la situation qu'il occupe.

Les aponévroses des muscles larges sont bien différentes de celles qui recouvrent les muscles longs. Celles-ci présentent tous les attributs du tissu fibreux : couleur d'un blanc éclatant, épaisseur, résistance, inextensibilité. Les précédentes se distinguent par des caractères opposés; elles sont transparentes, extrêmement minces, très molles, sans résistance et plus ou moins extensibles. Au premier aspect on hésite à les rattacher au système fibreux; on serait plutôt disposé à les considérer comme des dépendances du tissu conjonctif. Celles qui répondent aux grands droits de l'abdomen sont remarquables sans doute par leur résistance; mais les autres, pour la plupart, se distinguent par leur mollesse; telles sont celles du grand oblique, du grand dentelé, du grand dorsal, du grand pectoral, du trapèze.

Les aponévroses des muscles larges diffèrent encore de celles des membres par leur adhérence intime avec les muscles sous-jacents, dont on ne réussit à les détacher que par une dissection attentive et assez longue qui exige une main exercée. Elles se continuent par leur face profonde avec le périmysium interne.

Sur les muscles courts les aponévroses affectent une disposition analogue. On les retrouve autour des muscles spinaux qu'elles séparent et autour des faisceaux qui les composent. Elles se présentent avec des caractères semblables sur tous les muscles courts de la main et du pied et sur ceux qui président aux mouvements de la mâchoire inférieure. Elles n'ont pas pour attribution d'immobiliser les muscles, qui n'éprouvent aucune tendance à se déplacer, mais de les isoler les uns des autres et d'assurer à chacun d'eux une certaine indépendance.

B. Rapports des muscles entre eux. — Les muscles se correspondent par leurs faces, par leurs bords, par leurs extrémités.

Les faces se juxtaposent; elles sont presque partout séparées par des plans fibreux qui permettent à leurs fibres de se contracter librement et indépendamment de celles du muscle contigu.

Les bords restent indépendants aussi. Sur les membres, ils sont parallèles et limitent des espaces ou dépressions linéaires plus accusés chez les hommes d'un tempérament athlétique et que s'attachent à reproduire les peintres et les statuaires. Sur le tronc, les plus saillants se détachent aussi, comme le bord inférieur des pectoraux, et les bords du grand dorsal et du grand oblique au-dessus de la crête iliaque. De leurs saillies résultent les creux axillaires, les fossettes sus-claviculaire et sus-sternale.

Les extrémités se correspondent pour quelques-uns par des angles alternativement saillants et rentrants, à l'aide desquels ils s'entrecroisent, à peu près comme les doigts de la main, d'où le nom de *digitations* qui leur a été donné. Ainsi s'entrecroisent les digitations du grand oblique et du grand dentelé, celles du diaphragme et du transverse.

Sur le plan médian de l'abdomen les extrémités des muscles obliques s'entrecroisent aussi, mais par les fibres aponévrotiques qui les prolongent, d'où la structure complexe de l'aponévrose abdominale antérieure, qui par ce double entrecroisement se trouve renforcée au niveau de la ligne médiane, sur toute sa longueur. Les deux pectoraux et les deux sterno-mastoïdiens s'entrecroisent de même par leurs fibres tendineuses au-devant du sternum. Sur la partie postérieure du tronc le trapèze et le muscle grand dorsal d'un côté s'entrecroisent aussi avec ceux du côté opposé en s'attachant sur les apophyses épineuses.

Quelquefois ce sont les fibres musculaires elles-mêmes qui s'entrecroisent par leurs extrémités. On observe un raphé de cette nature sur la paroi postérieure du pharynx, et sur la face inférieure de la langue où nous voyons les deux génio-glosses passer de l'un à l'autre côté en s'élevant dans le corps charnu de cet organe. Tous les sphincters qui dépendent du système musculaire strié s'entrecroisent également par leurs extrémités; ainsi se comportent le sphincter anal, le sphincter palpébral, le sphincter buccal.

C. Rapports des muscles avec les vaisseaux et les nerfs. — Les gros troncs vasculaires se trouvent partout en rapports intimes avec les muscles. Ils occupent les grands espaces intermusculaires, se tenant pour la plupart à égale distance des os et des aponévroses. Ils sont donc recouverts par les muscles superficiels qui les protègent et qui, par leurs bords parallèles aux troncs artériels, les désignent sur quelques points à l'attention de l'opérateur pour lequel ils deviennent autant de points de repère; ainsi le bord antérieur des sterno-mastoïdiens est utilisé pour la ligature des carotides primitives, le biceps pour la ligature de la brachiale, le grand palmaire pour la ligature de la radiale, le couturier pour celle de la fémorale.

Bien que les muscles profonds séparent sur la plus grande partie de leur étendue les artères des plans osseux, elles s'en rapprochent beaucoup cependant sur quelques points qui sont utilisés aussi pour les comprimer pendant les amputations. L'artère sous-clavière, à son passage sur la première côte, peut être facilement comprimée; l'humérale peut l'être sur la moitié inférieure de l'humérus, la fémorale sur le tiers inférieur du fémur.

Quelquefois les artères traversent les muscles; mais des anneaux fibreux les entourent alors et les protègent d'autant mieux que ceux-ci sont plus fortement contractés. L'aorte à son passage entre les piliers du diaphragme est entourée par un anneau de cette nature; la veine cave inférieure également. L'artère poplitée traverse l'anneau fibreux du soléaire; les trois branches de l'artère fémorale profonde occupent des anneaux semblables en traversant le grand adducteur. Tous ces anneaux livrent passage à la fois à l'artère et à la veine, ou aux deux veines qui l'accompagnent, en sorte qu'ils offrent un assez grand diamètre. Sur certains points, au lieu de ces anneaux circulaires on ne trouve que de simples arcades fibreuses, qui sont alors complétées par les os: telles sont celles sous lesquelles passent les artères et veines lombaires.

Ces rapports des vaisseaux avec les muscles deviennent de plus en plus intimes à mesure qu'ils se rapprochent de leur terminaison. A leur entrée dans le corps charnu de ces organes ils sont à peu près parallèles à leurs fibres; mais après un court trajet dans leur épaisseur les artères se ramifient et les croisent alors dans toutes les directions en s'anastomosant.

Les veines plus minces et plus faciles à déprimer se modifient dans leur calibre pendant le jeu des muscles; mais, leurs valvules et leurs anastomoses se multipliant, les contractions musculaires, loin d'entraver la circulation du sang, ont plutôt pour effet de l'accélérer.

Les relations des nerfs avec les muscles diffèrent peu de celles des vaisseaux; car ils suivent le plus habituellement leur trajet et se trouvent presque partout en rapport avec les mêmes organes. Chaque artère a pour satellite un tronc nerveux. La carotide primitive est accompagnée par le pneumogastrique, l'humérale par le médian, la fémorale par le saphène interne, les intercostales par les intercostaux. Ces rapports intéressent particulièrement le chirurgien, qui doit rechercher le tronc nerveux et l'écarter pour ne pas le comprendre dans la ligature du tronc artériel. Il importe par conséquent de connaître leur situation relative, qui ne varie pas ou varie peu. Le pneumogastrique est en arrière et en dehors de l'artère, le médian en dehors supérieurement, en dedans inférieurement, le saphène interne en avant et en dehors de la fémorale, le tibial postérieur en arrière du tronc artériel. Connaissant

la situation relative des muscles et des artères principales, on connaît donc aussi celle des vaisseaux et des nerfs.

Ceux-ci, d'abord parallèles au corps charnu des muscles, conservent à leur entrée les mêmes rapports, mais ne tardent pas à prendre une direction plus ou moins perpendiculaire à celle de leurs fibres, mode d'incidence qui a pour avantage de les soustraire à tout tiraillement pendant leurs contractions.

§ 7. — DISPOSITION RELATIVE DES MUSCLES ET DES TENDONS.

Le mode de continuité de la partie rouge et de la partie blanche des muscles est diversifié à l'infini. Dans les muscles qui s'attachent à la surface des os par de très courtes fibres aponévrotiques, celles-ci paraissent situées sur le prolongement des fibres charnues.

Mais, dans presque tous les autres, ces dernières s'insèrent obliquement sur les tendons. Sur les muscles longs, on voit tantôt le corps charnu recouvrir le tendon par une de ses extrémités, et disparaître par l'autre dans l'épaisseur du tendon opposé ; tantôt les fibres musculaires s'insèrent obliquement sur un des côtés du tendon, et tantôt sur les deux bords ; dans le dernier cas, il est dit *penniforme*, et *semi-penniforme* dans le premier.

Souvent les deux tendons des muscles s'épanouissent sur le corps charnu en s'amincissant et s'élargissant de plus en plus, l'un s'appliquant sur une face et l'autre sur la face opposée ; tel est le mode de conformation du demi-membraneux. Les fibres s'étendant obliquement entre ces deux aponévroses sont assez courtes, bien que le muscle, grâce à ses deux tendons, soit très long.

Dans certains muscles le tendon supérieur représente un cône creux, et le tendon inférieur un cône plein.

La disposition relative de la partie active et de la partie passive des muscles est si variée qu'il n'existe pas deux muscles réellement semblables, sous ce point de vue. Un fait général cependant se dégage de toutes ces variétés : l'observation nous montre que les tendons sont d'autant plus courts d'un côté, qu'ils se montrent plus longs à l'autre extrémité ; que, lorsqu'ils s'épanouissent sur une face ou sur un bord supérieurement, ils s'étalent inférieurement sur la face ou sur le bord opposé ; que, lorsqu'ils recouvrent en haut le corps charnu, ils sont recouverts en bas par celui-ci. L'élément fibreux en un mot affecte relativement à l'élément musculaire une disposition inverse aux deux extrémités du même muscle ; il suit de cette disposition :

1° Que la plupart des fibres charnues, pour un muscle donné, offrent à peu près la même longueur ;

2° Que plusieurs fibres musculaires et souvent même un grand nombre de fibres s'attachent à une même fibre tendineuse, d'où les dimensions toujours plus grêles des tendons.

§ 8. — ANOMALIES DES MUSCLES.

Les anomalies des muscles sont plus fréquentes que ne le pensaient la plupart des anatomistes. Il faut reconnaître que leur étude avait été beaucoup trop négligée. M. Testut, dans un ouvrage fort important, vient de remplir ce vide (1). Nous devons le féliciter du talent avec lequel il a traité ce difficile sujet, et de l'intérêt qu'il a su donner à cette branche, en apparence ingrate, de la science.

Les anomalies musculaires sont surtout remarquables par les variétés presque infinies qu'elles présentent. Je pense cependant, avec M. Testut, qu'elles peuvent être divisées en deux principaux groupes : les unes comprennent les muscles surnuméraires, et les autres toutes les modifications que peuvent subir les muscles normaux, lorsqu'ils s'écartent de leur type spécifique.

Les muscles surnuméraires sont des organes nouveaux, surajoutés à ceux qui existent le plus habituellement, et apparaissant dans une région quelconque : tels sont le cléido-trachélien à la région du cou, le radio-carpien au poignet, le coccy-fémoral à la région fessière. Ces muscles varient beaucoup dans leurs dimensions et leur développement ; ils sont, en général, plus ou moins rudimentaires.

Les anomalies portant sur les muscles qui s'écartent de leur type habituel ou spécifique sont incomparablement plus fréquentes que les précédentes, et par conséquent plus importantes à connaître. Attentivement considérées et comparées entre elles, on ne tarde pas à reconnaître qu'elles forment quatre groupes secondaires : le premier comprenant les anomalies de forme, le second les anomalies relatives à la constitution, le troisième les anomalies qui se rattachent à l'insertion, et le quatrième celles qui concernent les rapports.

De ces quatre groupes secondaires, le second est celui qui embrasse le plus de variétés, et qui semble aussi comporter le plus d'applications à la chirurgie. Tous cependant offrent un réel intérêt, et méritent de prendre place dans nos traités d'anatomie descriptive. Dans un traité d'anatomie générale, ils n'offrent plus autant d'importance ; je dois me borner à les signaler en recommandant leur étude comme un progrès digne d'encouragement.

(1) Testut, *Les anomalies musculaires chez l'homme, expliquées par l'anatomie comparée*. 1 vol in-8°, Paris, 1884.

CHAPITRE II

STRUCTURE DES MUSCLES

Les muscles comprennent dans leur composition un grand nombre de parties différentes, possédant chacune une réelle importance. Ils sont essentiellement constitués par un tissu propre, le *tissu musculaire strié*, très différent du tissu musculaire lisse.

A ce tissu principal ou fondamental viennent se joindre un grand nombre de parties accessoires : du tissu conjonctif, des fibres élastiques, des cellules adipeuses, des artères, des veines, des vaisseaux lymphatiques, et des nerfs de deux ordres, sensitifs et moteurs.

§ 1^{er}. — TISSU MUSCULAIRE STRIÉ.

Une coupe perpendiculaire de ce tissu nous montre qu'il est formé de faisceaux, et que ceux-ci sont réductibles en faisceaux de moins en moins volumineux.

Par cette première analyse facile et rapide on arrive à un faisceau qui semble ne plus se diviser : c'est le *faisceau primitif*, appelé aussi *fibre musculaire*.

Cette fibre, en apparence irréductible, a pu être considérée comme l'élément du tissu musculaire. Mais en l'attaquant par des réactifs convenables, elle se laisse décomposer à son tour en fibres plus déliées encore, qui ont reçu le nom de *fibrilles*.

Cependant ces deux dénominations méritent l'une et l'autre d'être conservées, celle de faisceau primitif pour tenir compte de leur constitution fibrillaire, et celle de fibre pour rappeler qu'elles sont le premier terme auquel s'arrête d'abord l'analyse histologique, leur enveloppe étant d'ailleurs réellement indivisible.

Le tissu musculaire est donc constitué, en résumé, par des fibrilles. En se groupant sous une enveloppe commune, ces fibrilles forment le faisceau primitif. De la réunion des faisceaux primitifs résultent des faisceaux de minimas dimensions, puis des faisceaux de plus en plus volumineux, et enfin des faisceaux principaux qui, en se juxtaposant, représentent la masse totale du muscle.

En procédant en sens inverse, nous avons à considérer des faisceaux principaux et des faisceaux de deuxième, de troisième, de quatrième

ordre ; puis les faisceaux primitifs, l'enveloppe de ces faisceaux et enfin les fibrilles élémentaires qui en constituent les éléments essentiels.

A. — Faisceaux musculaires.

La disposition de ces faisceaux peut être assez facilement observée sur les gros muscles perpendiculairement divisés. Mais on l'étudie beaucoup mieux sur les muscles préalablement soumis à une ébullition prolongée pendant quelques heures. Un simple coup d'œil jeté sur la surface de la coupe nous montre : 1° que le muscle se partage en faisceaux dont le volume se réduit de plus en plus, de telle sorte qu'il se compose de faisceaux offrant les dimensions les plus diverses ; 2° que les faisceaux principaux se comportent comme les muscles, c'est-à-dire que chacun d'eux se divise aussi en faisceaux secondaires, tertiaires, etc. ; 3° que les faisceaux secondaires subissent une décomposition semblable, et que les fascicules dont ils sont formés ne diffèrent pas des précédents : de telle sorte que le corps charnu de chaque muscle, considéré dans sa conformation intérieure, est caractérisé par toute une série de segmentations longitudinales.

Où s'arrête la segmentation ? Descend-elle jusqu'aux faisceaux primitifs ? Ces faisceaux primitifs sont-ils isolés ? Pouvons-nous les saisir et les soumettre à une analyse plus complète ? Non ; par ce procédé, on ne les met pas en évidence. Les plus petits fascicules restent encore composés d'un nombre variable de fibres ou faisceaux primitifs. Pour séparer ceux-ci et les étudier, il faut recourir à l'emploi des réactifs et les soumettre ensuite à l'examen microscopique.

La forme des faisceaux et fascicules de tout ordre est variable. Cependant, comme ils présentent une consistance molle et réagissent les uns sur les autres, ils se correspondent, en général, par des facettes au nombre de trois à cinq, dont la longueur et la largeur diffèrent selon le volume de chacun d'eux. A l'état normal, les angles qui limitent ces facettes sont arrondis, en sorte que, lorsque plusieurs d'entre eux convergent, il existe sur ce point un espace plus ou moins grand, que remplit le tissu conjonctif.

Lorsque les muscles ont été soumis à l'ébullition, leur tissu devenant beaucoup plus ferme, les faisceaux se juxtaposent par des facettes plus larges ; les angles se dessinent beaucoup mieux, et les espaces interfasciculaires sont beaucoup moins considérables et moins apparents. Les plus grands seuls persistent ; les petits disparaissent. Dans ces conditions, tous les faisceaux et fascicules prennent la forme des prismes à trois, quatre ou cinq facettes. Les plus minimes conservent seuls une forme arrondie ou cylindroïde. Les facettes du prisme sont,

du reste, très inégales, non seulement pour des prismes différents, mais pour le même prisme, l'une d'elles étant parfois très petite, les autres plus larges et inégales aussi. Alors même qu'ils prennent la configuration d'un prisme triangulaire, leur forme reste encore très différente. On en rencontrerait difficilement deux absolument semblables.

Les interstices qui séparent les faisceaux sont en rapport avec leurs dimensions. Ceux qui répondent à la surface du muscle, et qui séparent les faisceaux principaux, se présentent sous l'aspect de sillons anguleux et parallèles. Ceux qui répondent à des faisceaux de plus en plus grêles se montrent sous la forme de simples lignes constituées par du tissu conjonctif.

B. — Faisceaux primitifs.

Ces faisceaux sont parallèlement disposés et de forme cylindrique. Leur diamètre varie selon les espèces animales, et, pour la même espèce, selon les muscles et selon les faisceaux que l'on considère.

Le tableau suivant permettra de comparer le volume moyen des faisceaux primitifs chez les mammifères, les oiseaux, les batraciens, les poissons et les crustacés.

		m. m.
Mammifères..	{ Homme.....	0,09
	{ Cheval.....	0,09
	{ Bœuf.....	0,08
	{ Mouton.....	0,06
	{ Porc.....	0,08
	{ Chevreuil.....	0,08
	{ Chien.....	0,06
	{ Lapin.....	0,06
Oiseaux.....	{ Cobaye.....	0,04
	{ Poulet.....	0,09
Grenouille.....	{ Canard.....	0,09
		0,10
Poissons.....	{ Goujon.....	0,11
	{ Morue.....	0,15
	{ Saumon.....	0,17
	{ Raie.....	0,34
Crustacés....	{ Écrevisse.....	0,10
	{ Homard.....	0,15

Ce tableau nous montre : 1° que le volume des faisceaux primitifs est à peu près le même chez l'homme, chez les grands mammifères et les mammifères de moyennes dimensions ; 2° qu'il est un peu moindre chez les petits mammifères, comme le lapin et le cobaye ; 3° qu'il est plus considérable chez la grenouille que chez l'homme, le bœuf et le cheval ; 4° qu'il devient plus considérable encore chez les poissons ; 5° qu'il

acquiert son plus grand diamètre chez la raie, dont les plus gros faisceaux mesurent un demi-millimètre.

A ces différences de diamètre correspondent des différences de résistance. Les faisceaux primitifs conservent une certaine mollesse chez l'homme, le bœuf, le lièvre, le chevreuil et la plupart des poissons : ils sont plus fermes et plus résistants chez le cheval, le mouton, le chien ; ils arrivent à leur plus grande résistance chez la raie et chez le homard.

Leur couleur varie depuis la teinte rouge ou rosée qu'elle présente chez la plupart des mammifères jusqu'à la teinte d'un blanc jaunâtre qu'on remarque chez le saumon, et la teinte blanche qui lui est propre chez la plupart des poissons et des invertébrés.

Leur forme est arrondie lorsqu'on les sépare pour en faire l'examen microscopique. Pendant la vie, la mollesse que présentent les faisceaux primitifs chez la plupart des animaux leur permet très probablement de prendre une configuration prismatique, par suite de leur compression réciproque. Mais à l'état de complet isolement leur forme devient cylindrique. Sur les préparations dont les faisceaux sont décomposés en disques on voit du reste que le contour de ceux-ci est assez régulièrement circulaire.

Chacun de ces faisceaux est recouvert par une membrane amorphe, transparente, de la plus extrême minceur, qui leur adhère étroitement et qui les sépare des faisceaux voisins ; par leur périphérie ils répondent aux capillaires sanguins, et aux dernières divisions des nerfs moteurs et sensitifs, auxquels les unit un tissu conjonctif lâche.

C. — Constitution des faisceaux primitifs.

Quelle est la constitution ou structure intime des faisceaux primitifs ? Poser cette question c'est soulever l'un des problèmes les plus élevés, les plus intéressants et les plus discutés de l'anatomie générale. En 1678, A. de Leeuwenhoek, dans une lettre adressée à Robert Hooke, membre de la Société royale de Londres, s'attache le premier à élucider ce point si difficile et si délicat d'histologie (1). Dans cette lettre il signale très nettement l'existence des stries circulaires et longitudinales ; il considère ces dernières comme des fibres, et constate sur leur trajet la présence de globules arrondis, *globuli rotundi*. Sa description serait presque aussi complète que celle des

(1) A. de Leeuwenhoek, *De formatione musculorum Piscosorum tam caneri quam squillæ* (Continuatio epistolarum datarum ad longe celeberrimam regiam societatem. Londinensem, Lugduni Batavorum, 1715).

auteurs modernes si à ces premières notions il avait ajouté celle des noyaux sur lesquels il garde le silence.

Les faisceaux primitifs sont caractérisés en effet par deux sortes de stries, que l'examen microscopique nous révèle au premier aspect. Mais on remarque en outre à leur surface ces noyaux qu'il n'avait pas vus et une mince membrane connue sous les noms de *myolemme* ou *sarcolemme*.

Stries circulaires et longitudinales, noyaux en nombre variable, sarcolemme recouvrant les stries et les noyaux, tels sont donc les attributs les plus caractéristiques de la fibre musculaire striée. Mais ces attributs ne définissent pas avec une suffisante précision sa structure intime. Pour arriver à une notion exacte et complète de celle-ci, il faut en rechercher et en déterminer les véritables éléments. Or ces éléments sont au nombre de trois : les noyaux, le protoplasme et les leucytes.

Dans l'interprétation des faits observés, les noyaux tiennent le premier rang. Rappelons en effet que les noyaux n'existent nulle part à l'état d'isolement. Tout noyau est uni à un protoplasme ; autant de noyaux, autant de protoplasmes, en d'autres termes, autant de cellules. Ces noyaux, que nous observons à la surface des faisceaux primitifs, sont donc l'indice certain de l'existence des cellules.

Ces cellules, méconnues par tous les anatomistes qui se sont succédé depuis deux cent quatorze ans, c'est-à-dire depuis A. de Leeuwenhoek, sont dignes cependant de fixer toute notre attention. Ce sont elles qui constituent en définitive les fibres musculaires.

Pour être moins apparentes que dans la plupart des autres tissus, elles n'en sont pas moins réelles. Une observation attentive ne laisse aucun doute du reste sur leur réalité. En appliquant à leur étude les réactifs qui leur conviennent, on réussit assez facilement à les mettre en évidence, et à reconnaître les attributs qui leur sont propres. Cherchons donc à déterminer le nombre de ces cellules, à évaluer leur volume et leur longueur, à définir les éléments qui les composent.

1° *Nombre des cellules qui contribuent à former les faisceaux primitifs.* — Ce nombre est considérable. J'ai constaté que sur un millimètre de longueur chacun des faisceaux du couturier chez l'enfant naissant présente de quinze à dix-huit noyaux, ce qui donne pour un centimètre cent cinquante cellules, en réduisant ce nombre à quinze seulement, et quinze cents cellules pour un faisceau entier dont la longueur exactement mesurée à cet âge est de 10 centimètres. Chez l'adulte, bien que les noyaux soient plus espacés, il est plus considérable encore. Il varie pour les faisceaux primitifs des autres muscles selon leur étendue ; mais, si courts qu'on les suppose, ce nombre des noyaux, et par conséquent des cellules, reste toujours très grand pour

chacun d'eux. De là, cette première conséquence : un faisceau primitif n'est pas un élément; ce n'est pas une cellule; c'est un groupe de cellules; en un mot, c'est un tissu.

2° *Quel est le volume des cellules qui entrent dans la composition des faisceaux primitifs?* — Ce volume est variable. Pour quelques-unes il offre un diamètre égal à celui de ces faisceaux, et pour d'autres un diamètre qui ne dépasse pas la moitié ou le tiers de ceux-ci. Plus loin nous verrons que chaque faisceau est constitué par une série de disques parallèles et juxtaposés. Or les plus petites cellules comprennent seulement trois ou quatre de ces disques; les plus volumineuses en comprennent jusqu'à dix ou douze.

3° *Quelle est la longueur des faisceaux primitifs?* — Ces faisceaux mesurent dans leur trajet tout l'espace compris entre leur insertion fixe et leur insertion mobile; leur longueur en un mot est égale à celle du corps charnu qu'ils contribuent à former. Cette opinion, longtemps considérée comme incontestable, vient cependant d'être contestée, d'abord par Rollett, puis par Krause, qui fixe la longueur des fibres musculaires à 4 centimètres, de telle sorte que celles du couturier, dont l'étendue atteint 40 centimètres, seraient formées de dix fibrilles s'ajoutant les unes aux autres par leurs extrémités.

Pour contrôler la valeur de cette opinion, j'ai pris un très petit faisceau de ce muscle que j'ai placé sur une longue lame de verre d'une largeur de 3 centimètres, puis je l'ai recouvert d'une lamelle de même longueur et un peu plus étroite, et j'ai déposé sur les bords de cette seconde lamelle une suffisante quantité du réactif suivant :

Acide acétique au 100°.....	2 parties.
Glycérine.....	1 partie.

Après quelques jours d'immersion, j'ai examiné au microscope le très minime faisceau soumis à l'action de ce réactif. Tous les disques sombres et clairs de chaque fibre musculaire étaient en évidence; en faisant glisser mes lamelles de gauche à droite, j'ai suivi ces fibres sur toute leur étendue, et je n'ai pu constater sur aucun point la moindre solution de continuité, la moindre modification de structure. J'ai renouvelé plusieurs fois cette observation, et j'ai obtenu toujours le même résultat. Nous pouvons donc considérer les faisceaux primitifs comme ne présentant dans le trajet qu'ils parcourent de l'une à l'autre de leurs deux insertions aucune solution de continuité.

Mais admettons pour un instant que ces solutions de continuité sont réelles. Où ces fibres prendront-elles leur point d'appui? Sur elles-mêmes; mais elles sont molles et sans résistance. Si la nature a voulu qu'elles prissent leurs insertions sur des parties plus denses qu'elles-

mêmes, c'est afin de donner à chacune de leurs extrémités ce point d'appui. Si elles s'attachaient les unes aux autres, au premier effort elles se détacheraient; elles se contracteraient sur elles-mêmes; leurs contractions seraient sans résultat; le muscle serait en quelque sorte paralysé par son mode de constitution. Ce que la nature a fait est bien fait; gardons-nous de le refaire avec nos erreurs.

4° *Comment sont constituées les cellules qui forment par leur réunion les faisceaux primitifs* — Chacune d'elles a pour éléments constitutifs : 1° l'un des noyaux situés sur la périphérie de ces faisceaux; 2° toute la partie du protoplasme qui adhère à ce noyau et

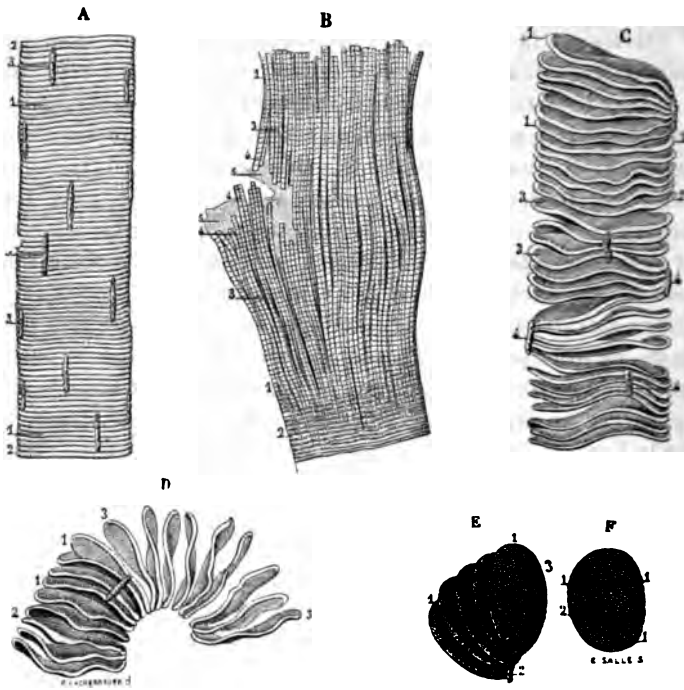


FIG. 111. — Fibre musculaire striée (250 diamètres).

A. *Stries transversales et noyaux d'un faisceau primitif.* — 1, 1, stries claires. — 2, 2, stries sombres. — 3, 3, noyaux sous-jacents ou sarcolemme.

B. *Stries longitudinales et transversales d'un faisceau dont le sarcolemme est déchiré sur un point.* — 1, 1, parties de ce faisceau sur lesquelles on voit des stries transversales et longitudinales. — 2, partie sur laquelle il n'existe que des stries transversales. — 3, 3, stries longitudinales. — 4, 4, fibrilles élémentaires. — 5, 5, lambeaux flottants du sarcolemme.

C. *Disques sombres et clairs, en partie isolés, mais encore réunis par leurs noyaux et formant avec celui-ci autant de cellules.* — 1, sept disques, isolés d'un côté, réunis de l'autre par un noyau et formant avec celui-ci une cellule musculaire. — 2, 2, six

qui se trouve représentée par une série de disques clairs et de disques foncés; 3° les leucytes qui ont pour siège les disques foncés et qui sont la cause de leur coloration.

Ainsi constituées, ces cellules ressemblent à celles de tous les autres tissus de l'organisme. Elles en diffèrent seulement par la disposition de leurs leucytes, qui se groupent ici de manière à former des plans parallèles, que séparent d'autres plans composés uniquement de protoplasme. Elles en diffèrent aussi par l'absence de toute enveloppe. Aucune ligne de démarcation ne les sépare; elles se continuent entre elles par leur périphérie et semblent ainsi ne pas exister. Aussi leur existence a-t-elle été de tout temps méconnue; elle n'a même pas été soupçonnée. L'affirmer dans l'état actuel de la science, c'est énoncer un fait qui sera sans doute vivement contesté, mais qui finira par être admis comme toute vérité, par quelques observateurs d'abord et ensuite par tous ceux qui voudront bien contrôler mes recherches sans parti pris. Les considérations qui précèdent ne font du reste qu'en ébaucher la démonstration, celles qui vont suivre la compléteront.

De l'ensemble et de la saine interprétation des faits déjà connus, nous sommes autorisé en effet à conclure :

1° Que les faisceaux primitifs sont formés par une longue masse protoplasmique, recouverte de noyaux épars à sa surface, et contenant d'innombrables leucytes disposés en série longitudinale comparable à des fibres, et en séries transversales comparables à des disques;

2° Que parmi ces disques, les uns, plus clairs, se composent uniquement de protoplasme, et les autres plus foncés presque uniquement de leucytes;

3° Que les cellules constitutives des faisceaux primitifs ne diffèrent de celles des autres tissus que par le mode de groupement tout particulier des leucytes, et par leur continuité avec les cellules voisines.

disques réunis par un noyau situé sur la face opposée. — 3, 3, quatre disques formant avec leur noyau une cellule plus petite que la précédente. — 4, 4, 4, autres cellules constituées aussi par un noyau et les disques qui lui adhèrent.

D. *Faisceau primitif dont presque tous les disques sont isolés.* — 1, 1, disques encore réunis par leur noyau et formant une cellule. — 2, disques isolés mais encore contigus, dont le noyau, fractionné par la macération, a disparu. — 3, disques isolés, contournés et flottants.

E. *Une cellule musculaire, formée de cinq disques séparés les uns des autres, mais encore réunis sur un point par leur noyau.* — 1, 1, les cinq disques sombres qui étaient réunis et soudés entre eux par autant de disques clairs ou protoplasmiques; mais ceux-ci ont été ramollis et entraînés par le réactif. — 2, noyau qui leur est commun et qui les relie entre eux. — 3, leucytes qui forment ces disques sombres en se juxtaposant dans le sens transversal.

F. *Un disque sombre, isolé et vu par l'une de ses faces.* — 1, 1, 1, débris de trois noyaux qui appartenaient à trois cellules différentes. — 2, ses leucytes juxtaposés en grand nombre. Ce disque représente un champ de Conheim!!!

Si les cellules des faisceaux primitifs sont restées méconnues jusqu'à ce jour, c'est à ce mode de groupement des leucytes et à la continuité des cellules qu'il faut en faire remonter la cause. Les stries transversales résultant de ce mode de groupement ont attiré toute l'attention des histologistes, qui n'ont pas cherché à en pénétrer le mécanisme et qui lui ont attaché une importance beaucoup trop grande. D'une autre part la continuité des cellules a largement contribué aussi à détourner l'attention d'abord de leur existence, puis de la coordination et de l'interprétation des faits principaux, pour la fixer sur de simples faits de détails. C'est sur cette coordination, sur cette interprétation des faits essentiels que nous devons aujourd'hui concentrer tous nos efforts, si nous voulons nous faire une juste notion de la constitution des faisceaux primitifs.

Les considérations qui précèdent nous ayant conduit à reconnaître que tout faisceau primitif est un tissu, nous avons maintenant à définir la nature de ce tissu. Or il existe trois principaux tissus : 1° des tissus à structure continue ; 2° des tissus à structure cloisonnée ; 3° des tissus mixtes qui participent des précédents. Parmi ces derniers figurent les symplastes qui font partie au début de leur formation des tissus à structure cloisonnée, mais qui se modifient plus tard et qui ainsi remaniés passent de l'état de structure cloisonnée à l'état de structure continue. C'est une modification de ce genre qui se passe dans l'ectoderme des rongeurs, au moment de la formation du placenta, modification qui a été signalée et étudiée avec un remarquable talent par M. Mathias Duval dans son beau et monumental travail sur le placenta des rongeurs (1). Mais, en examinant les fibres musculaires au début de leur développement, j'ai reconnu que dès leur apparition les cellules qui les composent sont dépourvues d'enveloppe.

C'est donc parmi les tissus à structure continue qu'il faut ranger les faisceaux primitifs striés. Comme ceux-ci, ils sont formés par une masse protoplasmique partout continue, dans laquelle on observe des noyaux et d'innombrables leucytes. La masse protoplasmique se décompose en autant de particules qu'il existe de noyaux ; ces particules, ou cellules, il est vrai, se continuent entre elles et se confondent par leur périphérie, mais n'en sont pas moins réelles, l'enveloppe n'étant qu'une partie condensée du protoplasme et n'offrant qu'une valeur subordonnée. Les leucytes contenus dans chacune de ces cellules se juxtaposent sous la forme de disques ; mais ce mode de groupement n'offre aussi qu'une valeur secondaire. Ce qui est important, c'est leur existence. Qu'ils affectent telle ou telle disposition relative,

(1) Mathias Duval, *Le placenta des rongeurs*, avec figures dans le texte et un atlas de 22 planches en taille-douce, 1892.

c'est un simple détail, qui ne doit pas nous faire illusion au point de méconnaître la cellule dont ils représentent l'un des trois éléments.

Les cellules des faisceaux primitifs sont donc composées comme celles des tissus cloisonnés. Leurs noyaux ne sont pas contestables. Leur protoplasme est bien manifeste aussi ; c'est lui que nous retrouvons sur toute l'étendue des fibres musculaires ; il est partout continu dans chacune de ces fibres ; il unit les leucytes rangés en séries longitudi-

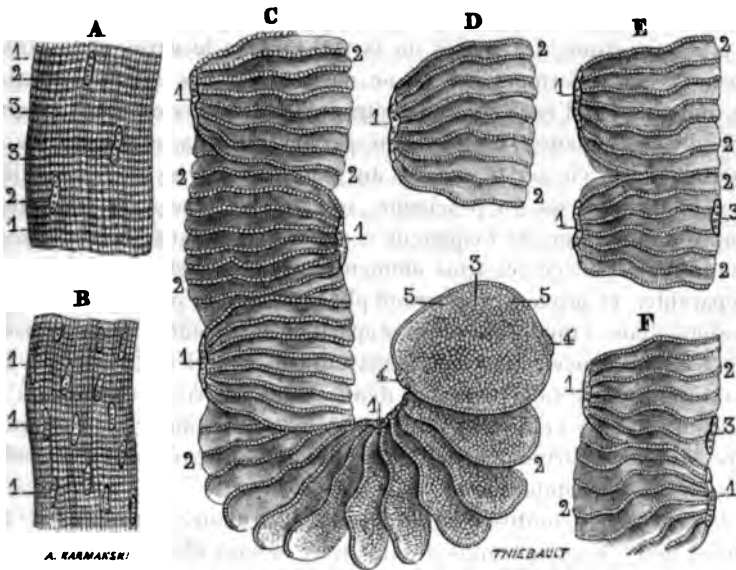


FIG. 112. — Noyaux, protoplasme et leucytes des cellules qui forment les faisceaux primitifs (grossissement de 250 diamètres).

A. Noyaux d'un faisceau primitif de l'homme. — 1, 1, faisceau primitif. — 2, 2, noyaux situés à sa surface au-dessous du sarcolemme. — 3, 3, stries longitudinales et transversales du faisceau primitif.

B. Noyaux d'un faisceau primitif d'enfant. — 1, 1, 1, noyaux de ce faisceau. En les comparant à ceux du faisceau précédent, on voit qu'ils sont beaucoup plus nombreux, bien que le faisceau soit plus petit.

C. Cellules d'un faisceau primitif de l'homme adulte. — 1, 1, 1, 1, noyaux de ces cellules. — 2, 2, 2, 2, 2, 2, leurs disques clairs et sombres. — 3, un disque sombre vu par l'une de ses faces. — 4, 4, deux débris de noyaux. — 5, 5, leucytes de ce disque représentant pour les histologistes un champ ! le champ de Cohnheim !!

D. Une cellule musculaire du cheval. — 1, son noyau. — 2, 2, ses disques clairs et sombres se succédant dans un ordre alternatif.

E. Deux cellules musculaires du bœuf. — 1, 1, leurs noyaux. — 2, 2, 2, 2, leurs disques des deux ordres. — 3, noyau d'une troisième cellule qui se continue par sa périphérie avec la cellule opposée.

F. Deux cellules musculaires du chevreuil. — 1, 1, leurs noyaux. — 2, 2, leur disques. — 3, noyau d'une troisième cellule.

nales; il unit les leucytes rangés en séries transversales; il se comporte en un mot comme dans l'immense majorité des cellules animales et végétales.

Quant aux leucytes si improprement désignés par les histologistes sous le nom de granulations, rappelons encore que ce nom ne saurait leur convenir à aucun point de vue; car il y a des granulations de toutes sortes, de toutes formes, de tout volume, de toute nature.

Les leucytes sont l'un des trois éléments fondamentaux des cellules. Réunis au noyau et au protoplasme, ils représentent le trépied de tout organisme, le trépied de la vie. Comme le noyau et le protoplasme, ils ne se forment pas, ils ne naissent pas; ils ont pour origine une longue série d'ancêtres et ils auront pour successeurs une longue série de descendants, se rattachant par les uns aux premières manifestations de la vie sur la surface du globe, et par les autres à celles qui annonceront sa fin prochaine, lorsque les glaces du pôle nord viendront se souder sur l'équateur à celles du pôle sud. Pendant toute cette immense durée ces trois éléments auront perpétué la vie, restant inséparables et prenant à ce grand phénomène une part égale. Reconnaissons donc l'importance qui appartient à chacun d'eux; cessons d'imposer aux leucytes une dénomination banale qui nous porte à les considérer comme inférieurs aux deux autres; et reconnaissons qu'ils possèdent comme ceux-ci des attributs distinctifs, un rôle de premier ordre et une importance histologique absolument comparable à celle du noyau et du protoplasme.

Les faisceaux primitifs étant un tissu à structure continue, et les cellules de ce tissu se composant des trois mêmes éléments, que nous retrouvons dans toutes les autres, nous pouvons aborder l'étude de ces faisceaux. Nous nous occuperons successivement de leurs noyaux, de leurs stries longitudinales, de leurs stries transversales, de leur protoplasme et de leur enveloppe ou sarcolemme.

1° *Noyaux des faisceaux primitifs.* — Ces noyaux sont nombreux dans toutes les espèces animales, mais présentent de très sensibles différences dans quelques-unes; nous allons les mentionner brièvement.

Chez l'homme, nous savons déjà qu'ils sont beaucoup plus nombreux dans les premières années de la vie que chez l'adulte. Sur les faisceaux parvenus à leur complet développement, il en existe en général de six à huit sur l'étendue d'un millimètre; leur nombre par conséquent est d'autant plus grand que ces faisceaux sont plus étendus. Ils sont plus nombreux aussi sur les faisceaux volumineux que sur les fibres de petites dimensions.

Leur forme est ovoïde ou ellipsoïde et leur grand axe toujours parallèle à l'axe des faisceaux. Leur longueur moyenne mesure 10 μ .

Ils sont situés pour la plupart immédiatement au-dessous du sarcolemme; quelques-uns se voient dans l'épaisseur des faisceaux, mais restent toujours dans ses couches les plus superficielles. Les uns répondent à leur partie moyenne, les autres à leurs parties latérales; les premiers se montrent par leur face et les autres par leurs bords. Ils sont donc un peu aplatis. On les reconnaît sans peine à leur contour et à leur aspect granuleux.

Dans la plupart des mammifères, ils diffèrent peu de ceux de l'homme. Cependant, dans les petites espèces où les faisceaux sont moins volumineux, ils présentent aussi de moindres dimensions et se montrent également moins nombreux.

Dans les poissons où ces faisceaux deviennent extrêmement volumineux, ils augmentent au contraire de nombre; ils sont caractérisés surtout par leur étroitesse et leur longueur. Dans la raie, ils sont presque filiformes et se terminent en pointe à leurs extrémités. Dans les crustacés, et particulièrement dans l'écrevisse, ils atteignent leurs plus grandes dimensions (fig. 119).

2° *Stries transversales des faisceaux primitifs.* — Les stries transversales forment l'attribut essentiel de ces faisceaux, d'où le nom de *faisceaux striés* qui leur a été donné. Dès qu'on les soumet à l'examen microscopique, elles apparaissent et semblent en effet en constituer le caractère vraiment distinctif, bien qu'elles résultent d'une disposition de très minime importance, c'est-à-dire du mode de groupement des leucytes.

Ces stries se distinguent en effet par leur direction toujours très exactement perpendiculaire au grand axe des faisceaux. Elles sont de deux ordres, les unes offrant une teinte claire et les autres une teinte grise ou foncée. Mais ce n'est pas seulement par leur coloration qu'elles diffèrent; c'est surtout par leur mode de constitution.

Les stries claires sont formées par le protoplasme; les stries foncées sont formées par les leucytes. Elles se présentent sous l'aspect de disques. Le faisceau primitif semble ainsi découpé en une longue série de disques parallèles. Chez l'homme, les disques clairs ou protoplasmiques offrent une épaisseur à peu près égale à celle des disques sombres ou leucytiques. Lorsqu'on considère leur bord, les premiers figurent une simple couche molle et amorphe; les seconds, une couche molle et granuleuse.

A un grossissement de 300 à 400 diamètres, on voit très nettement sur la circonférence des disques sombres des globules arrondis et de volume inégal: ce sont les leucytes qui en forment l'élément principal ou essentiel. Ces leucytes sont unis aussi par le protoplasme des faisceaux primitifs. lequel remplit à l'égard de chacun d'eux le rôle de moyen

d'union et reste presque invisible, ceux-ci se trouvant si rapprochés qu'ils semblent se toucher. Les disques clairs sont donc constitués par un seul élément et les disques foncés par deux éléments. Le protoplasme ne se trouve par conséquent nulle part interrompu; il se continue de l'une à l'autre extrémité des fibres musculaires, contenant seulement, de distance en distance, des groupes de leucytes transversalement juxtaposés.

Les disques clairs et les disques sombres adhèrent par leur circonférence aux noyaux. Le plus souvent, cinq ou six disques sombres seulement sont annexés au même noyau; mais ce nombre peut s'élever, pour quelques-uns, jusqu'à dix et même douze. A ceux-ci il faut ajouter les disques clairs compris dans leurs intervalles, en sorte que leur nombre total varie de six ou huit à vingt ou vingt-quatre. Lorsque, sous l'influence des réactifs, les disques sombres se séparent par suite du ramollissement des disques clairs, ils restent encore adhérents au noyau correspondant. Réunis à celui-ci, les disques sombres et les disques clairs constituent une cellule.

Chaque cellule comprend donc un noyau et un nombre variable de disques, les uns clairs, les autres sombres, c'est-à-dire les trois éléments ordinaires dont elles se composent. Seulement les leucytes, au lieu de se disséminer sans ordre dans le protoplasme, se rassemblent ici sous la forme de disques, séparés par d'autres disques de nature protoplasmique.

Très souvent cette cellule ne se prolonge pas de l'un à l'autre bord du faisceau. Elle ne s'étend pas au delà du tiers ou de la moitié de l'épaisseur de celui-ci, en sorte que les cellules s'unissent alors transversalement à une, deux ou trois autres, et, dans le sens longitudinal, à celles qui les précèdent et qui les suivent.

Les disques sombres peuvent se détacher et flotter librement dans le liquide de la préparation. On les voit alors dans leur structure; et il devient facile de reconnaître qu'ils se composent surtout de leucytes, se touchant par leur circonférence, et unis par le protoplasme qui comble les vides très minimes compris dans leurs intervalles. Sur leur circonférence, on remarque les débris des noyaux auxquels ils adhèrent. Le nombre de ces débris varie d'un à trois. C'est à ces leucytes, constituant les disques sombres, que Cohnheim avait cru pouvoir appliquer le nom de *champ*. Un champ! Quelle espèce de champ? Ses admirateurs nous disent un *champ de Cohnheim!!!* Expression étrange qui semble nous révéler une science nouvelle et sous laquelle se cache en définitive une puérile prétention au néologisme.

Un autre histologiste, dont je me plais aussi à reconnaître le réel mérite, Bowman, a décrit les leucytes des disques sombres sous la dénomination de *sarcous elements*, éléments charnus. Ce sont, en

effet, des éléments musculaires ou charnus. Mais le protoplasme qui les unit est aussi un élément charnu; les noyaux sont des éléments charnus. Une telle dénomination ne saurait donc les définir, d'autres éléments impliquant la même acception. L'expression de globules arrondis, *globuli rotundi*, qu'avait employée A. de Leeuwenhoek, était préférable, puisqu'elle donnait une notion exacte de leur forme, sans préjuger leur nature qu'il ne connaissait pas. Je m'empresse de reconnaître, cependant, que, de tous les observateurs, Bowman est celui qui s'est rapproché le plus de la vérité sur la véritable nature de la fibre musculaire; il a reconnu, en définitive, qu'elle n'est formée en réalité ni par des fibrilles, ni par des disques, mais par une substance propre dans laquelle sont répandus les *sarcous elements*. Il eût été dans la vérité complète s'il eût ajouté que cette substance propre était un protoplasme, et que la fibre était composée de cellules se continuant et se confondant par leur périphérie. Mais cette notion était alors bien éloignée de toutes les opinions admises, et bien peu en harmonie avec le courant scientifique de son époque; il m'a laissé ainsi la satisfaction de faire ce dernier pas, que l'étendue et la netteté de ses connaissances auraient pu lui faciliter cependant.

Plusieurs réactifs permettent de séparer les disques sombres, soit partiellement, soit d'une manière complète. J'en mentionnerai deux seulement, qui sont l'un et l'autre parfaits.

Le premier est un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide acétique unis dans les proportions suivantes :

Acide chlorhydrique au 2000°.....	1 partie.
Acide acétique au 100°.....	1 —

Dès le lendemain, les disques sont en pleine évidence et déjà en partie décollés, mais encore unis à leur noyau. La préparation s'altérerait promptement si on la laissait dans ce réactif simplement acidulé. Il convient alors de lui substituer le réactif suivant :

Acide acétique au 100°.....	2 parties.
Glycérine pure.....	1 partie.

Après une immersion prolongée pendant quelques jours, les disques commencent à se détacher, et l'on peut voir les cellules qu'ils contribuent à former en restant adhérents à leur noyau.

Dans les préparations que je faisais il y a douze à quinze ans, j'employais uniquement l'acide chlorhydrique au 1000°. Après une durée de six à huit jours, les disques se séparaient aussi; mais les réactifs qui précèdent ont une action beaucoup plus rapide.

posant, d'une part, en séries longitudinales pour former les fibrilles, de l'autre, en séries transversales pour former les disques. Considérés dans leur ensemble et dans leurs rapports, ces trois éléments représentent des cellules qui s'unissent et se confondent par leur périphérie et qui donnent ainsi naissance à un tissu de structure continue.

4° *Protoplasme des faisceaux primitifs.* — Après les détails qui précèdent, il devient presque superflu de consacrer une mention spéciale au protoplasme. Nous savons qu'il se retrouve partout et qu'il est partout continu à lui-même. En reliant les leucytes dans le sens longitudinal, il donne à ceux-ci une apparence de fibres, apparence absolument fictive. En reliant les leucytes dans le sens transversal, il donne à ces mêmes leucytes la forme de disques sombres; en s'interposant à ceux-ci il forme les disques clairs. Les uns et les autres ne sont donc pas moins fictifs que les fibres longitudinales. Alors que deviennent ces fameux champs — ces *champs de Conheim!* — devant lesquels tous les histologistes s'inclinent encore avec une si haute et si candide déférence? Que deviennent ces champs, que l'auteur a découverts deux siècles après Leeuwenhoek, et que j'avais moi-même vus et représentés en 1869 dans la 2^e édition de mon *Traité d'anatomie* (voy. fig. 111 E, et fig. 112 C)?

5° *Sarcolemme des faisceaux primitifs.* — Le sarcolemme ou myolemme entoure les faisceaux primitifs de toutes parts. Il leur forme une enveloppe qui leur adhère étroitement. Cette enveloppe est transparente, amorphe, de la plus extrême minceur, et possède cependant une certaine résistance. Pour les auteurs qui voient dans chacun de ces faisceaux une longue cellule, elle serait l'analogue de toutes les enveloppes du même ordre. Mais cette opinion ne saurait être admise; car les enveloppes cellulaires participent de la nature du protoplasme qu'elles recouvrent; elles sont de nature albuminoïde. Celle des faisceaux primitifs est de nature très différente; c'est une substance amorphe et assez dense, qui représente un simple produit d'exsudation. Sa naissance est postérieure à celle des faisceaux qu'elle a pour destination de protéger.

Sa forme est celle d'un cylindre qui se termine en cône à ses extrémités. Les faisceaux primitifs s'attachent aux parois de ces cônes.

Par sa surface interne, le sarcolemme adhère aux noyaux qu'il recouvre. Par sa face externe, il répond au tissu conjonctif, aux capillaires sanguins et aux nerfs environnants.

Par ses extrémités conoïdes, cette enveloppe s'unit de la manière la plus intime et la plus solide aux tendons, à l'égard desquels elle affecte deux directions. Sur quelques muscles, les faisceaux primitifs sont situés sur le prolongement des tendons avec lesquels ils se continuent. Ceux-ci sont alors creusés de dépressions comparables aux

alvéoles dentaires, et les faisceaux sont reçus dans ces dépressions. Pour d'autres, ces faisceaux s'attachent obliquement sur le tissu fibreux; mais celui-ci est creusé aussi de dépressions conoïdes; elles sont seulement moins profondes; dans les deux cas, le mode de continuité de l'élément musculaire et de l'élément tendineux ne diffère donc pas sensiblement. L'adhérence du sarcolemme aux alvéoles tendineux est si solide que lorsqu'une solution de continuité se produit, elle ne porte jamais sur le point de soudure des deux tissus, mais toujours sur l'un ou sur l'autre, le plus souvent sur le tissu tendineux.

§ 2. — PARTIES ACCESSOIRES DES MUSCLES STRIÉS.

Les parties qui entrent accessoirement dans la structure des muscles sont nombreuses. Parmi ces parties accessoires figurent le tissu conjonctif, le tissu élastique et le tissu adipeux, des vaisseaux sanguins et lymphatiques, des nerfs moteurs et des nerfs sensitifs.

A. Tissu conjonctif, élastique et adipeux. — Un tissu conjonctif extrêmement lâche entoure chaque muscle et lui forme une gaine générale partout continue et généralement connue sous le nom de *périnysium externe*. C'est surtout par l'intermédiaire de cette enveloppe que leur surface se trouve unie à toutes les parties environnantes. Très molle, elle leur permet de glisser sur celles-ci, au moment de leur contraction et de leur relâchement, sans les modifier sensiblement. Elle offre une teinte grisâtre, qui la distingue assez nettement du muscle sous-jacent, et une certaine épaisseur; elle est surtout remarquable par son extensibilité qui contribue beaucoup à faciliter les alternatives d'allongement et de retrait des organes de la locomotion.

De la surface interne de cette enveloppe conjonctivale naissent de très nombreux prolongements de même nature, mais de plus en plus minces, qui s'insinuent entre les faisceaux à volume décroissant et qui se prolongent en s'atténuant progressivement jusque sur le contour des faisceaux primitifs. Considérés dans leur ensemble, ils forment une trame, irrégulièrement réticulée: c'est le *périnysium interne*, qui se comporte à l'égard de ces faisceaux comme le *périnysium externe* à l'égard de la masse totale résultant de leur juxtaposition. La limite précise à laquelle s'arrêtent ces cloisonnements n'est pas facile à déterminer. Cependant ils semblent bien s'étendre jusqu'aux faisceaux primitifs pour leur communiquer la même liberté de mouvements.

De très nombreuses fibres élastiques, de volume divers, se trouvent mêlées aux deux *périnysiums*. Très abondantes surtout dans le *périnysium externe*, elles diminuent de nombre et de volume à mesure que les prolongements du tissu conjonctif s'amincissent.

A la surface des muscles et entre leurs divers faisceaux, il existe aussi des vésicules adipeuses. Mais leur nombre est extrêmement variable, selon les espèces animales et selon les muscles que l'on considère. Elles sont abondantes et agglomérées en masses plus ou moins volumineuses et de formes diverses chez le porc, le mouton, etc., moins abondantes chez le bœuf, plus rares chez le cheval et font défaut dans une foule de mammifères et de vertébrés.

Après la mort, ces vésicules agglomérées sont fermes et semblent alors pouvoir mettre obstacle au jeu des muscles. Mais pendant la vie elles sont molles et n'offrent plus le même inconvénient. Remarquons cependant que tous les animaux doués d'une grande agilité en sont dépourvus et que ceux chez lesquels elles se montrent abondantes se rapprochent par la lenteur relative de leurs mouvements.

B. Vaisseaux sanguins et lymphatiques. — Un très grand nombre d'artères pénètrent dans les muscles striés. C'est dans les grands intervalles qui les séparent que cheminent les principaux troncs artériels. Les branches qui s'en détachent occupent les intervalles de second et de troisième ordre. Elles se trouvent ainsi dans toute la longueur de leur trajet en rapport presque immédiat avec les organes auxquels elles



FIG. 113. — Vaisseaux lymphatiques du diaphragme de l'homme.

1, 1, portion charnue du muscle. — 2, 2, paroi costale à laquelle elle s'insère — 3, 3, sa portion fibreuse ou aponévrotique. — 4, 4, troncs lymphatiques qui se dirigent vers le sternum en s'anastomosant. — 5, ganglions qu'ils rencontrent et traversent avant d'arriver au sternum. — 6, 6, 6, radicules qui naissent de la paroi aponévrotique. — 7, 7, 7, troncules qui suivent la direction des fibres musculaires. — 8, 8, réseau d'origine de ces fibres.

sont destinées. Les unes pénètrent dans leur épaisseur plus ou moins obliquement, et les autres sous une incidence presque perpendiculaire. Mais, dès qu'elles occupent les espaces linéaires compris entre les divers faisceaux, elles se comportent toutes à peu près de la même manière. De leur contour naissent des divisions qui s'en détachent généralement à angle droit et qui croisent ces faisceaux. Leurs dernières ramifications suivent les dernières divisions du tissu musculaire, c'est-à-dire les faisceaux primitifs, auxquels elles apportent les principes nécessaires à leur développement et à leur nutrition.

Les artères des muscles sont accompagnées par des veines, en général au nombre de deux, en sorte que sur presque tous les points on trouve trois vaisseaux, deux veinules et une artériole comprise dans leur intervalle. Ces veinules sont plus volumineuses que l'artère; elles en recouvrent le calibre et la voilent en partie.

A ces deux caractères des veines musculaires, prédominance de nombre et prédominance de volume, vient s'en joindre un troisième qui les distingue de la plupart des autres veines de l'organisme : elles sont munies de valvules très rapprochées. Celles-ci s'opposent au reflux du sang vers les capillaires; et, comme les veines se trouvent compri-

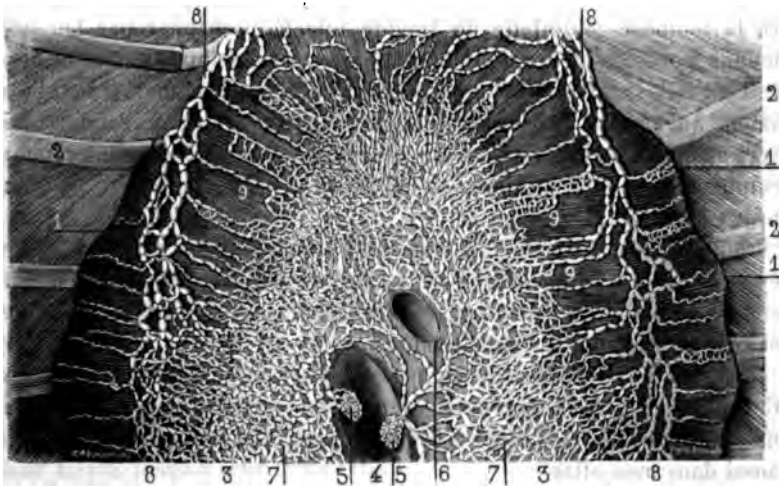


FIG. 114. — Vaisseaux lymphatiques du diaphragme du lapin.

1, 1, portion charnue de la moitié antérieure du muscle. — 2, 2, 2, côtes sur lesquelles elle s'attache. — 3, 3, sa portion aponévrotique. — 4, orifice aortique. — 5, 5, ganglions sus-aortiques, dans lesquels se jettent les troncules de la partie médiane de l'aponévrose. — 6, orifice livrant passage à la veine cave. — 7, 7, radicules lymphatiques naissant de l'aponévrose. — 8, 8, 8, 8, troncs lymphatiques che-minant d'arrière en avant. — 9, 9, 9, troncules qui se rendent dans ces troncs.

mées pendant la durée des contractions musculaires, il résulte du jeu de ces valvules que le courant sanguin, loin d'être suspendu, est, au contraire, accéléré; nous avons la preuve de cette accélération chez un malade qui vient d'être saigné; au moment où il contracte les muscles de l'avant-bras, le jet qui s'échappe de la veine s'allonge, pour retomber au moment où la contraction cesse, et prend ainsi un caractère saccadé, dont la cause première doit être rattachée aux valvules.

Les capillaires sanguins se trouvent surtout en rapport avec les faisceaux primitifs dont ils suivent la direction.

C. Vaisseaux lymphatiques. — Ces vaisseaux existent très probablement dans tous les muscles, mais leur existence n'a été constatée que dans quelques-uns. Le diaphragme en est le siège de prédilection. On les injecte à la fois et sur le centre phrénique et sur les faisceaux charnus. On ne saurait prendre une notion, même approximative, de leur nombre, qu'en les injectant au mercure. La partie fibreuse du muscle et sa partie contractile sont entièrement recouvertes par les radicules qui leur donnent naissance. Celles-ci entourent les plus petits faisceaux tendineux et chaque faisceau ou fascicule musculaire. Je les ai souvent injectés sur les mammifères, particulièrement chez l'homme, le cheval, le bœuf, le lapin, le chien, et je n'ai jamais vu la moindre gouttelette du liquide injecté s'échapper par les prétendus pores, orifices ou stomates dont ces vaisseaux seraient criblés, suivant Reklinghausen et la plupart des auteurs allemands. Tout observateur qui voudra bien prendre la peine de répéter ces injections arrivera au même résultat, à la même conviction, et comprendra difficilement comment une telle opinion a pu se produire et rencontrer de si nombreux partisans (1).

Sur le cœur, le réseau des vaisseaux lymphatiques n'est pas moins évident, soit qu'on le cherche sur sa surface externe, soit qu'on l'injecte sur les parois des ventricules; on le voit entourer les colonnes charnues et remonter jusque sur leurs tendons.

Sur les autres muscles ils ne sont plus aussi faciles à observer. Cependant j'ai réussi à les suivre depuis leur origine jusqu'à leur terminaison sur les muscles intercostaux internes, et je les ai fait représenter aussi dans mon atlas.

Mais j'ai vainement tenté de les injecter sur les muscles des membres et de la tête. Leur existence toutefois n'est pas contestable dans les grosses masses musculaires, comme les muscles fessiers et les adducteurs de la cuisse; car on voit les troncs qui en sortent en suivant le trajet des vaisseaux sanguins et on connaît les ganglions dans lesquels ils vont se terminer.

(1) Voyez mon *Traité des vaisseaux lymphatiques*, planches XLIII et XLIV.

Quelle est l'origine de ces vaisseaux? Ils ont bien certainement pour point de départ les faisceaux primitifs ou fibres musculaires, puisque sur le diaphragme ils forment un réseau autour des petits groupes résultant de la juxtaposition de ces fibres. Ils ne diffèrent pas sous ce point de vue de ceux du tissu musculaire à fibres lisses qu'on voit former aussi un délicat réseau autour de ces fibres.

D. Nerfs des muscles striés. — Ces nerfs sont de deux ordres; les uns président à la contraction de ces muscles; les autres leur communiquent une sensibilité spéciale. Les premiers ou *nerfs moteurs* sont actuellement assez bien connus; mais les seconds ou *nerfs sensitifs* ont été à peine mentionnés: leur étude appelait de plus amples recherches que nous avons poursuivies sur une base nouvelle.

1° Nerfs moteurs. — Ces nerfs émanent de l'axe encéphalo-médullaire. Ils sont donc composés de trois éléments, gaine de Schwann, myéline, cylindraxe. En pénétrant dans les muscles, ils se divisent, se ramifient, s'anastomosent et forment un plexus à grandes mailles irrégulières. De celles-ci naissent des filaments plus déliés, et de ces derniers des tubes nerveux qui marchent isolément à leur destination. Chemin faisant, quelques-uns se dépouillent de leur gaine et de leur myéline et se réduisent à leur cylindraxe qui se divise en un grand nombre de cylindraxes secondaires; ceux-ci se subdivisent, s'anastomosent, donnent ainsi naissance à un fin réseau et vont, en définitive, se perdre dans les faisceaux primitifs. Ces cylindraxes, isolés, ramifiés, anastomosés et croisant les fibres musculaires, se voient très distinctement chez l'homme et tous les vertébrés en appliquant à leur étude le procédé que j'ai mentionné.

Après une immersion de cinq ou six jours d'un lambeau de tissu musculaire dans une solution composée de deux parties d'acide acétique au 100° et d'une partie de glycérine, on en détache avec les ciseaux une très minime particule qu'on étale sur le porte-objet en la comprimant avec une mince lamelle, puis on dépose sur le bord de celle-ci une goutte de potasse au 5° (1). A l'instant même on voit apparaître tous les tubes nerveux et tous les cylindraxes qu'on peut suivre dans leur trajet, jusqu'à leur terminaison.

Mais il est aussi des nerfs moteurs qui, après s'être divisés et anastomosés, se prolongent jusqu'aux faisceaux primitifs en conservant leurs trois éléments constitutifs. Arrivés sur ces faisceaux, ils abandonnent leur gaine qui se continue avec le sarcolemme, et leur myéline qui disparaît brusquement. Leur cylindraxe resté seul pénètre dans le faisceau

(1) La potasse qu'on trouve chez les fabricants de produits chimiques est à 36 degrés. Je prends cette potasse comme unité, et en lui ajoutant 3, 4 ou 5 parties d'eau distillée, j'obtiens des solutions au quart, au cinquième, au sixième, etc.

et se perd dans une plaque nucléée de figure ovalaire, qui a été signalée par M. Rouget, et observée après lui par un grand nombre d'historiens. A son entrée dans la plaque terminale le cylindraxe se divise en deux ou trois filaments.

Les nerfs moteurs affectent donc deux modes de terminaison très différents, au moins chez les mammifères. Dans les trois ou quatre dernières classes de vertébrés, le premier mode de terminaison paraît le plus fréquent, en sorte qu'un réseau très serré de cylindraxes serait le mode de terminaison le plus général.

Dans les vertébrés supérieurs, ce réseau de cylindraxes, duquel partent une innombrable quantité de filaments qu'on voit se perdre de toutes parts dans les fibres musculaires, semble aussi pouvoir être considéré comme le mode de terminaison le plus habituel et le plus important. Les procédés usités pour suivre les nerfs moteurs jusqu'à ces fibres étaient insuffisants. L'acide acétique, la glycérine et la potasse donnent des résultats très supérieurs à ceux qu'on avait obtenus.

Parmi les mammifères, il en est qui se prêtent admirablement à cette étude ; tels sont les rongeurs, et surtout les petits rongeurs.

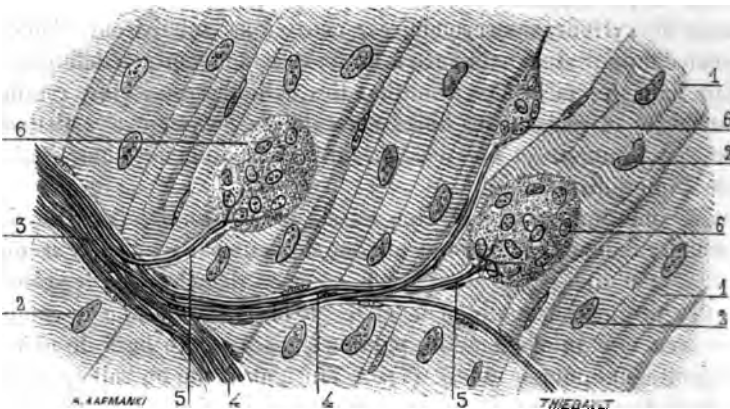


FIG. 115. — Terminaison des nerfs moteurs dans les muscles de l'homme et des mammifères (grossissement de 250 diamètres).

1, 1, 1, faisceaux primitifs du muscle. — 2, 2, 2, noyaux de ces faisceaux. — 3, faisceau nerveux, composé de six à huit tubes à myéline. — 4, 4, ce même ramencement se divisant en deux filaments. — 5, 5, deux tubes nerveux qui se détachent de ces filets pour se rendre dans une plaque terminale. Ces plaques, vues de face, sont arrondies, et composées l'une et l'autre de noyaux ovoïdes disséminés dans une substance granuleuse. — 7, troisième plaque terminale, vue de profil, dans laquelle se perd un tube nerveux entouré de sa gaine médullaire et de sa gaine de Schwann. Cette plaque, comme la précédente, est constituée par des noyaux et une substance finement granuleuse : elle fait saillie à la surface du faisceau primitif.

comme le cobaye, le rat, etc. On observe sous leur peau un muscle peaucier, extrêmement mince, presque transparent, sur lequel tous les nerfs à myéline sont faciles à suivre jusqu'à leur terminaison ; j'ai pu voir, sur des préparations faites avec ce muscle, des nerfs moteurs se terminer par un pinceau de tubes nerveux, qui se perdaient chacun dans une plaque motrice. C'est d'après une de ces préparations qu'a été dessinée la figure 115. Six ou huit jours d'immersion d'un lambeau de peau du cobaye, dans la solution précédemment mentionnée, suffisent pour mettre en complète évidence tous les filets nerveux du muscle. On les poursuit sans peine dans tout leur trajet, et jusqu'aux plaques motrices terminales sur une foule de points.

2° *Nerfs sensitifs.* — Les réactifs qui m'ont permis de suivre dans leur trajet si compliqué les cylindraxes des nerfs moteurs, mettent aussi en parfaite lumière les nerfs sensitifs.

Ces nerfs sont caractérisés également par l'extrême multiplicité des divisions et ramifications qui s'en détachent, et par la disposition réticulée de ces ramifications. Mais ils empruntent leur attribut le plus

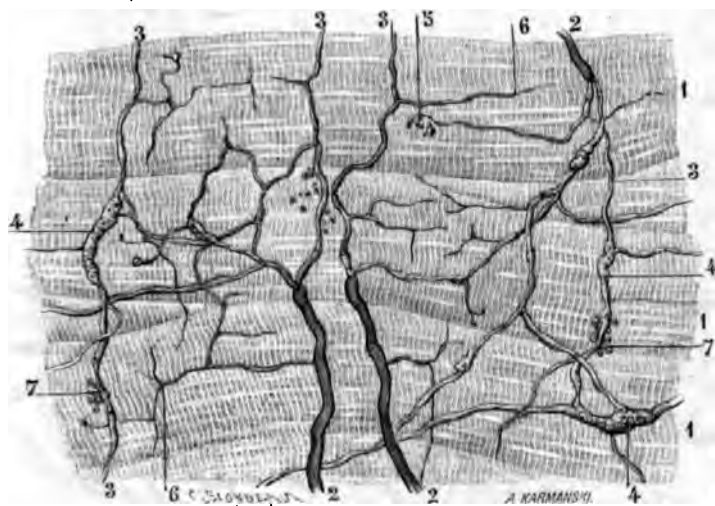


FIG. 116. — Terminaison des nerfs sensitifs dans les muscles de l'homme (grossissement de 250 diamètres).

1, 1, 1, trois faisceaux primitifs. — 2, 2, 2, nerfs à myéline se réduisant, à leur extrémité terminale, en simples cylindraxes, qui se divisent, se ramifient et se terminent dans les fibres musculaires. — 2, 2, 2, 2, cylindraxes par lesquels se terminent les nerfs à myéline. — 4, 4, 4, renflements que présentent ces cylindraxes sur leur trajet. — 5, 5, très minime plaque granulée dans laquelle ils se terminent sur certains points. — 6, 6, extrémités très déliées qui pénètrent dans les faisceaux primitifs et qui constituent leur terminaison la plus fréquente. — 7, 7, très petites cellules que les cylindraxes présentent assez fréquemment sur certaines parties de leur trajet.

essentiel aux cellules situées sur leur trajet. Sur certains points elles sont réunies en assez grand nombre pour former des plaques de largeur très différente. Sur d'autres, les cellules constituent de petits groupes. Rien de plus irrégulier que le contour de ces nerfs dans le trajet qu'ils parcourent. Leurs dernières divisions sont au contraire très grêles et cylindriques ou cylindro-coniques.

Les nerfs sensitifs ne se montrent pas également abondants sur tous les points. En parcourant les préparations sur lesquelles ils sont mis en évidence, on remarque qu'ils forment sur certaines parties un plexus d'une grande richesse, composé de filaments de toutes dimensions; sur d'autres ils ne sont représentés que par des cylindraxes pâles et plus ou moins espacés. Mais ces préparations attestent toujours en définitive leur infinie multiplicité.

Dans les muscles, les nerfs sensitifs, en résumé, sont de deux ordres: les uns, plus nombreux, tirent leur origine du grand sympathique, et les autres de l'axe cérébro-spinal. Les tubes nerveux à myéline affectent par conséquent dans ces organes deux modes de terminaison bien diffé-

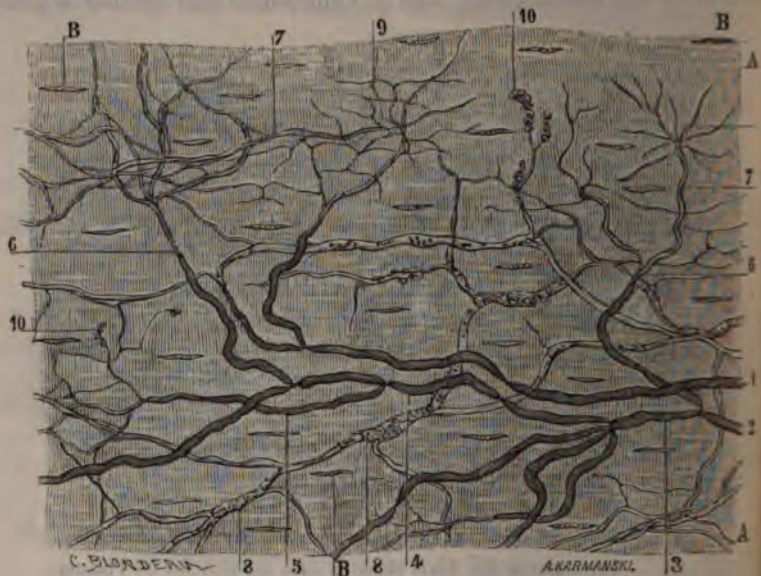


FIG. 117. — Terminaison des nerfs sensitifs dans les muscles de la raie.

A, A, un faisceau primitif. — B, B, B, noyaux de ce faisceau. — 1, nerf à myéline présentant des étranglements et se terminant par des cylindraxes. — 2, autre nerf à myéline. — 3, ce même nerf qui, après avoir donné deux branches au niveau de son premier étranglement, en donne quatre au niveau du second. — 4, l'une de ces quatre branches. — 5, autre branche semblable. — 6, 6, cylindraxes. — 7, 7, cylindraxes se divisant en fines ramifications. — 8, 8, renflements situés sur leur trajet. — 9, ramifications terminales. — 10, Un groupe de petites cellules,

rents, les sensitifs se dépouillant de leurs deux gaines avant de se perdre dans les faisceaux primitifs, les moteurs conservant ces deux gaines jusqu'à leur entrée dans les plaques terminales.

§ 3. — TISSU MUSCULAIRE ET NERFS DU CŒUR.

A. TISSU musculaire. — Le cœur est composé aussi de fibres striées. Il est depuis longtemps reconnu que ces fibres ou faisceaux primitifs sont dépourvus de myolemme, et qu'ils s'anastomosent dans leur trajet. Ainsi formulées, les différences qui distinguent le tissu musculaire du cœur ne semblent avoir qu'une assez minime importance. Mais elles sont en réalité cependant assez notables pour être plus complètement mentionnées.

Rappelons d'abord que les faisceaux primitifs dans tous les autres muscles sont nettement distincts sur toute leur étendue. Dans le cœur il faut chercher les limites qui les séparent; elles sont peu apparentes. Ces faisceaux sont partout si étroitement unis que leur existence semble

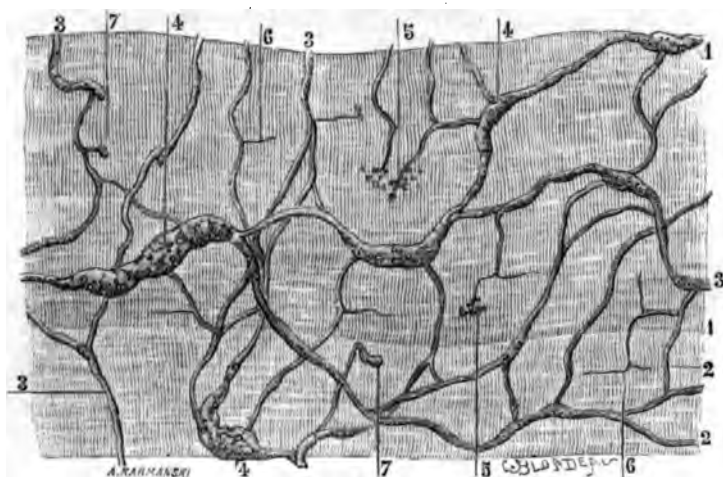


FIG. 118. — Terminaison des nerfs sensitifs dans les muscles de la grenouille.

1, 1, un faisceau primitif. — 2, 2, faisceau primitif plus petit que le précédent. — 3, 3, 3, 3, nerfs sensitifs constitués par des cylindraxes. — 4, 4, 4, renflements que présentent ces cylindraxes sur leur trajet. — 5, 5, petites plaques terminales, granuleuses, dans lesquelles se rendent quelques-unes de leurs divisions. — 6, 6, autres divisions se terminant par une pointe déliée, qui entre et se perd dans les faisceaux primitifs. — 7, 7, divisions qui se terminent par un petit renflement; ce renflement était probablement une cellule, réunie à d'autres cellules semblables qui se sont détachées pendant la préparation.

d'abord contestable. Dire que le tissu musculaire du cœur est formé de faisceaux primitifs anastomosés, c'est donner une notion incomplète des connexions de ces faisceaux.

Ces faisceaux, en effet, ne sont pas simplement anastomosés; ils sont unis en réalité sur la plus grande partie de leur étendue. Ce qui caractérise le tissu musculaire du cœur, c'est plutôt le défaut de fasciculation qui n'existe qu'à l'état d'ébauche, et qui semble plus incomplète encore chez le fœtus et l'enfant que chez l'adulte.

Les faisceaux primitifs du cœur sont courts, mal délimités, cylindriques, d'inégale épaisseur, parallèles et striés, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal. Ils diffèrent de ceux des autres muscles non seulement par leurs anastomoses se prolongeant sur la plus grande partie de leur étendue et par l'absence de sarcolemme, mais aussi par leurs noyaux.

Ceux-ci ne sont pas situés à la surface des faisceaux primitifs, mais dans leur épaisseur. Aussi, lorsqu'on les soumet à l'action des réactifs,

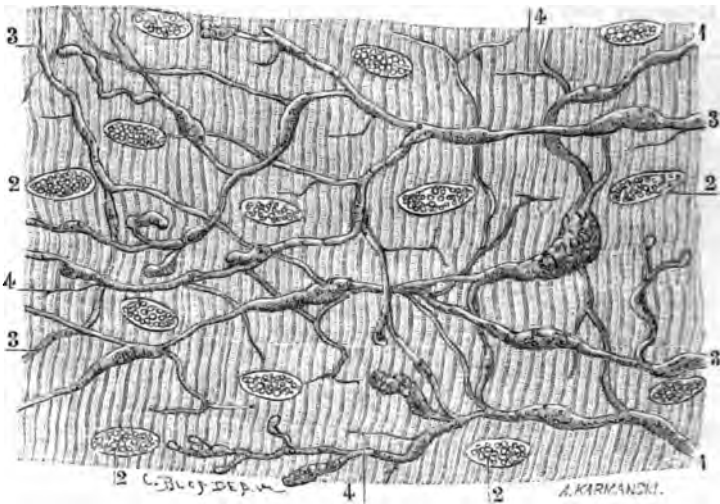


FIG. 119. — Termination des nerfs sensitifs dans les muscles de l'écrevisse (grossissement de 250 diamètres).

1, 1, un faisceau primitif de ces muscles. — 2, 2, 2, 2, noyaux de ce faisceau primitif, remarquables par leur volume supérieur à celui que présentent ces noyaux dans tous les autres vertébrés. — 3, 3, 3, 3, nerfs sensitifs représentés par des cylindraxes, qui se divisent, se subdivisent et s'anastomosent dans leur trajet. Comme chez les autres animaux de l'embranchement des vertébrés, ces cylindraxes présentent des renflements irréguliers, contenant de petites cellules assez nombreuses; mais ceux-ci atteignent chez la grenouille leurs plus grandes dimensions. — 4, 4, pointe très effilée par laquelle ces cylindraxes se terminent au moment où ils pénètrent dans les faisceaux primitifs.

on ne voit d'abord que les stries, et surtout les stries transversales. Le protoplasme avec ses leucytes passe donc sur tous les noyaux. Mais bientôt ils apparaissent, leur contour et leur volume les rendant plus manifestes que les stries sus-jacentes, lesquelles, en devenant plus transparentes, semblent disparaître, en sorte qu'on pourrait croire, si l'on n'avait pas assisté au début de la réaction, que ces noyaux sont aussi superficiels que dans les muscles volontaires.

La disposition des stries est du reste alternative aussi. Par les stries claires ou protoplasmiques toutes les fibrilles s'unissent à celles qui les entourent et celles d'un faisceau s'unissent de même à celles des faisceaux voisins au niveau des anastomoses.

Si l'on veut comparer le tissu musculaire du cœur à celui des muscles de la vie animale, il faut donc admettre :

1° Que le muscle cardiaque est formé par une masse protoplasmique unique, tandis que dans les muscles volontaires elle se divise en autant de particules qu'il existe de faisceaux primitifs ;

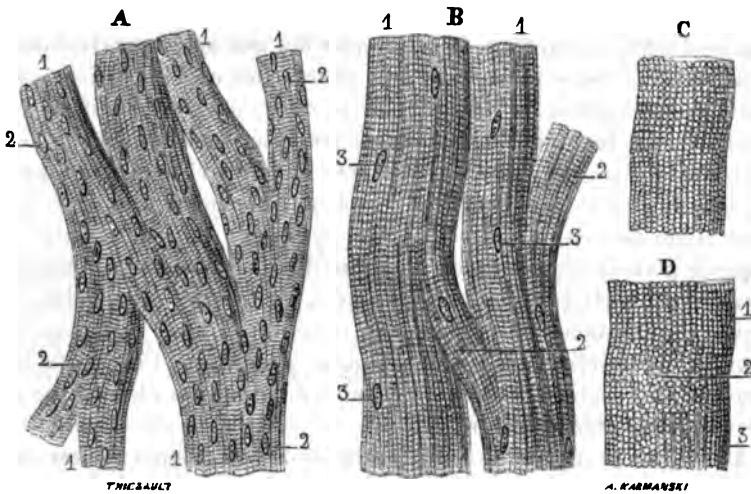


FIG. 120. — Faisceaux primitifs du cœur chez l'homme.

A. Faisceaux primitifs du cœur d'un enfant à la naissance. — 1, 1, 1, 1, 1, plusieurs faisceaux, d'inégal volume, qui s'anastomosent largement dans leur trajet. — 2, 2, 2, 2, 2, noyaux de ces faisceaux, très nombreux à cet âge.

B. Faisceaux primitifs du cœur d'un homme adulte. — 1, 1, deux faisceaux d'inégal volume. — 2, 2, faisceaux plus petits, par lesquels ils s'anastomosent. — 3, 3, 3, noyaux de ces faisceaux, beaucoup plus rares et plus espacés que chez l'enfant.

C. Leucytes d'un faisceau primitif du cœur, disposés en séries longitudinales et parallèles.

D. Leucytes d'un faisceau un peu plus gros. — 1, séries transversales. — 2, séries longitudinales. — 3, leucytes qui, par suite du ramollissement du protoplasme, n'affectent plus aucune disposition sériée.

2° Qu'il doit être rangé aussi parmi les tissus de structure continue, toutes les cellules qui entrent dans sa constitution s'unissant par leur périphérie.

Si ces faits ont été méconnus, c'est parce que les observateurs ont trop oublié que les tissus sont formés de cellules; c'est parce qu'ils se sont refusés à rechercher les cellules du tissu musculaire, parce qu'ils se sont complu à considérer ce tissu comme étant de nature spéciale et ne se rattachant pas à l'origine commune. Il importe de ne pas s'égarer plus longtemps dans cette voie erronée, et de revenir à la saine tradition; elle nous enseigne que tout dérive des cellules, et qu'il faut toujours remonter à ces organes premiers si nous voulons interpréter, comme ils doivent l'être, les faits que nous observons.

B. Nerfs du cœur. — Nous avons vu combien les muscles volontaires sont riches en fibres nerveuses. Le cœur n'est pas moins remarquable par le grand nombre et la variété de celles qu'il reçoit.

Elles émanent de deux sources, le pneumogastrique et le grand sympathique. On pourrait penser par conséquent qu'il existe dans cet organe des fibres à myéline. Or le premier fait que nous apporte l'observation c'est la non-existence de ces fibres. Dès que les divisions des nerfs pneumogastriques arrivent sur le cœur, elles se modifient très notablement; leur myéline disparaît; toutes se transforment en nerfs gris, c'est-à-dire en simples cylindraxes entourés chacun d'une gaine de Schwann avec ses noyaux très abondants. Lorsqu'on soumet le tissu musculaire du cœur à des coupes variées, quelle que soit la partie sur laquelle portent ces coupes, on remarque dans son épaisseur un nombre variable de nerfs gris, les uns plus gros, les autres plus déliés, se divisant, s'anastomosant fréquemment dans leur trajet, mais tous dépourvus de myéline, et semblablement constitués. Ces nerfs gris peuvent être facilement observés et suivis en usant des réactifs que j'ai fait connaître précédemment.

A ces nerfs provenant de l'axe cérébro-spinal viennent s'ajouter ceux qui tirent leur origine des ganglions du grand sympathique. Leur étude est beaucoup moins facile que celle des nerfs précédents. Ils en diffèrent beaucoup et se distinguent en outre les uns des autres par les formes très variées sous lesquelles ils se présentent.

On observe dans le tissu musculaire du cœur des groupes de cellules nerveuses, tantôt circulaires ou ovalaires, tantôt plus ou moins allongées et prenant alors la forme de traînées ou de rubans. Ces groupes peuvent comprendre dix ou douze cellules, ou quelques-unes seulement, ou même se réduire à une seule. De là, autant de ganglions comparables à ceux qu'on observe dans la tunique musculaire de l'intestin, et dans le tissu conjonctif sous-muqueux du même organe.

De ces ganglions partent des cylindraxes uniques ou multiples qui les relient entre eux, et qui peuvent se juxtaposer par petits groupes, ou marcher isolément.

Il existe donc dans le muscle cardiaque un réseau comparable à celui qui enlace les faisceaux primitifs des muscles volontaires. C'est de part et d'autre la même abondance de cylindraxes et de cellules ganglionnaires.

Mais les réactifs communiquant à ces faisceaux primitifs des muscles volontaires une très grande transparence, et les cylindraxes entrecoupés de cellules les croisant dans tous les sens, on les voit très facilement et très nettement dans leurs moindres détails. Sur le cœur au contraire les faisceaux et les fibrilles offrant une teinte beaucoup plus sombre, le réseau nerveux ganglionnaire devient plus difficile à distinguer. Pour procéder à son étude dans les meilleures conditions, il convient de l'étudier d'abord dans le tissu sous-muqueux de l'intestin, et ensuite dans les muscles volontaires. C'est alors seulement qu'on réussira à les reconnaître et à constater que la disposition du système nerveux est la même de part et d'autre, lorsqu'on fait usage des mêmes réactifs, acide acétique, glycérine, potasse.

§ 4. — PROPRIÉTÉS DU TISSU MUSCULAIRE.

Ce tissu étant formé de fibres ou faisceaux primitifs, ce sont les propriétés de ces faisceaux que nous avons à étudier. Couleur, consistance, résistance, élasticité, telles sont leurs propriétés physiques. Nous aurons ensuite à étudier leur composition chimique, puis leurs propriétés physiologiques, représentées par leur contractilité, leur tonicité, leur sensibilité, leur vitalité.

A. Propriétés physiques. — *a.* La couleur des faisceaux primitifs peut être envisagée sous deux conditions très différentes : à l'état de nature, c'est-à-dire lorsqu'ils sont groupés dans leurs rapports habituels, et à l'état histologique, lorsqu'ils sont séparés et isolés par les réactifs. Dans l'état de nature, nous avons vu qu'ils offrent une couleur rouge plus ou moins vive, ou rosée, qui peut descendre jusqu'à une teinte grise, ou tout à fait blanche. Elle est jaunâtre dans le saumon. Chez la grenouille, elle devient noire sur les points occupés par des cellules pigmentaires qui se touchent et s'anastomosent sur certains faisceaux, mais qui font défaut sur la plupart.

Vus dans l'état histologique, lorsqu'ils se trouvent mis en évidence par les réactifs usités pour leur étude, ils sont incolores, chez l'homme, chez tous les vertébrés et aussi chez les invertébrés. Nous pouvons

admettre par conséquent qu'ils sont dépourvus de toute coloration, et que les différentes teintes ou nuances qui les distinguent des autres tissus dans l'état normal, sont une couleur d'emprunt. Elle dérive du sang, qui circule dans l'épaisseur des muscles. Lorsque ce liquide a été entraîné par un courant d'eau injecté dans les artères, ou lorsqu'il est supprimé, comme il l'est en réalité dans nos préparations, les faisceaux reprennent l'aspect qui leur est propre. Lorsque les muscles restent en contact avec l'air, ils absorbent de l'oxygène et leur surface prend alors une couleur d'un rouge vif ou rutilante; tel est le but pour lequel on insuffle le tissu conjonctif dans les abattoirs.

b. Leur *consistance* est molle dans l'état de relâchement ou de repos des muscles. Elle devient très ferme dans l'état de contraction, et présente dans ces deux conditions des caractères qui lui sont propres.

Dans leur état de mollesse, les faisceaux primitifs sont flexibles, élastiques et très extensibles. Ils se prêtent à toutes les exigences de la mécanique animale, qui les fait passer par des états très divers, pendant lesquels leurs dimensions se modifient d'une manière incessante. On les voit ainsi s'allonger, se raccourcir, s'amincir et s'épaissir, grâce à la facilité avec laquelle ils se prêtent à toutes ces modifications.

Dans l'état de contraction, ces faisceaux se distinguent par des attributs complètement opposés. De mous qu'ils étaient à l'état de repos, ils deviennent alors durs, rigides, incompressibles, et comparables aux tendons, représentant comme ceux-ci des cordes aussi inflexibles que les os auxquels ils s'attachent.

Par ces deux états si différents, qui se succèdent alternativement pendant la période de leur activité, les muscles se distinguent de tous les autres tissus.

c. Leur *résistance* est subordonnée, comme leur consistance, aux divers états par lesquels ils passent pendant la durée de nos mouvements. A l'état de repos, elle est inférieure à celle de la plupart des autres tissus, mais surpasse cependant celle du tissu conjonctif. Dans leur état d'allongement, elle augmente d'autant plus que le muscle est plus allongé. Dans l'état de contraction, elle atteint ses plus hautes limites, et semble alors surpasser celle des tissus fibreux, qui se rompent plus souvent que le tissu musculaire à la suite des grands efforts portant sur nos membres.

d. L'*élasticité des muscles* a pour destination de servir de contre-poids à leur extensibilité. S'allongeant au moment où leurs antagonistes se contractent, il importait qu'ils fussent doués de la propriété de revenir rapidement à leur longueur normale. C'est à l'élasticité qu'ils empruntent cette propriété physique. Elle a pour siège le sarcolemme

qui s'allonge et se raccourcit tour à tour. Les deux tissus musculaires, d'ailleurs si différents, ne diffèrent pas à cet égard. Les cellules qui les composent sont entourées d'une substance semblable. C'est par cette substance élastique que les cellules du système musculaire de la vie organique s'unissent si solidement les unes aux autres; c'est par cette même substance que celles du système à fibres striées s'unissent au tissu tendineux qui les prolonge.

Le rôle de cette substance amorphe dans les deux systèmes est donc considérable, puisqu'elle représente pour l'un et l'autre tout à la fois un moyen d'union et un moyen de raccourcissement. Pendant la durée de la contraction des fléchisseurs ou des extenseurs, ou de tout autre antagoniste, les muscles non contractés résistent aux précédents à la manière d'un contrepoids, non seulement en vertu de leur tonicité, mais aussi en vertu de leur élasticité, qui s'ajoute à celle-ci pour consolider l'action des muscles modérateurs du mouvement.

B. Composition chimique des muscles. — Les muscles à l'état de repos sont alcalins. Dans l'état d'activité ils deviennent acides. Dans l'un et l'autre ils absorbent de l'oxygène et dégagent de l'acide carbonique.

Leur composition est très complexe. Ils sont constitués essentiellement par une substance albuminoïde, la *myosine*, mais contiennent en outre un grand nombre de substances très différentes : de la créatine, de la xanthine, de l'hypoxanthine, de l'acide urique, de la tanine et de l'urée.

Il existe encore dans ces organes de l'eau en grande proportion, plusieurs sels, surtout des phosphates de potasse, de chaux, de magnésie et du glycogène.

Pendant la durée de leur activité leur composition chimique se modifie d'une manière incessante, certains principes étant éliminés, d'autres absorbés. Tout muscle qui travaille s'échauffe, la quantité d'oxygène absorbé et la quantité d'acide carbonique exhalé augmentent. La circulation est plus active. Le sang veineux ou sortant est plus chaud que le sang artériel, et l'élévation de température est à peu près proportionnelle à la tension musculaire; elle reconnaît pour cause une oxydation plus active des principes constitutifs du muscle. Le glycogène pendant l'action du muscle diminue de quantité, tandis qu'il augmente au contraire dans l'état de repos.

Sous l'influence de cette même activité les muscles se chargent de produits excrémentitiels, et plus particulièrement d'acide lactique, de phosphate acide de potasse, d'acide carbonique et de substances extractives alcalines ou réductrices spéciales. Ces divers produits en s'accumulant dans leur épaisseur font naître un sentiment de fatigue; les actions chimiques s'arrêtent, et l'énergie du muscle s'épuise. Mais si,

par l'injection d'une solution faible de bicarbonate de soude, on les élimine, cette énergie reparait presque aussitôt, en partie au moins. On arrive au même résultat par le massage, ou tout autre moyen qui active les oxydations dont les muscles sont le siège.

C. Propriétés physiologiques. — Parmi les propriétés des muscles striés, la plus importante sans contredit consiste dans la faculté qu'ils possèdent de se racornir brusquement sous l'influence d'un stimulant, en un mot dans leur contractilité.

a. Contractilité. — Lorsqu'on soumet à l'examen microscopique les faisceaux musculaires au moment où ils se contractent, on les voit s'épaissir sur un point ; et cet épaississement se déplace pour se porter de l'une à l'autre extrémité : c'est l'*onde musculaire*. Au même instant un autre phénomène se produit : le faisceau se raccourcit ; tels sont les deux phénomènes qui caractérisent la contractilité musculaire.

Ces deux phénomènes, on a cherché à en pénétrer le mécanisme. Dans ce but, les physiologistes modernes ont imaginé toute une série d'instruments fort ingénieux et d'une remarquable précision, les *myographes*, destinés les uns à mesurer les différentes phases de l'épaississement ou de l'onde musculaire, les autres à mesurer les différentes phases du raccourcissement concomitant.

En même temps, on a tenté de localiser le siège de l'onde et du raccourcissement ; et l'on est retombé alors dans tous les infinis détails des disques sombres et des disques clairs, des disques minces et des disques épais. En voyant les fatigues, le temps et le talent qui ont été dépensés dans cette voie absolument illusoire, on éprouve je ne sais quelle pénible impression qui dérive de l'inutilité de tant d'efforts. Les anatomistes avaient méconnu la véritable nature de la fibre musculaire ; les physiologistes séduits par leurs travaux ont méconnu à leur tour le véritable siège, la véritable cause de la contractilité musculaire. Répétons encore que les faisceaux primitifs sont composés de cellules, que ces cellules sont essentiellement constituées par leur noyau, par leur protoplasme et leurs leucytes, et que ces trois éléments, constamment associés chez tous les animaux, président à l'ensemble des phénomènes qui se rattachent à l'action musculaire.

L'anatomie générale a établi cette vérité sur un nombre incalculable de faits absolument irréfutables. Concluons donc :

Que les cellules des faisceaux primitifs sont le siège réel, la cause unique et constante de la contractilité musculaire ;

Qu'au moment de leur contraction, elles se renflent dans le sens transversal, et se raccourcissent dans le sens longitudinal ;

Et que toutes les cellules se continuant, il est facile de comprendre que l'onde, après avoir pris naissance sur un point, se propage de ce

point jusqu'à l'extrémité de chaque fibre ; c'est de leur continuité que dérive l'étendue des mouvements musculaires. Ainsi s'explique l'utilité de leur union. Elles s'unissent pour donner aux effets de la contractilité une plus grande amplitude.

Mieux interprétée, l'anatomie des faisceaux primitifs nous conduit à une interprétation plus vraie aussi de leur mode d'action.

b. La tonicité musculaire est un mode de contraction, caractérisé par la tendance constante des muscles à se raccourcir. Elle ne doit pas être confondue avec la contractilité.

De ces deux propriétés, la première est permanente ; la seconde est essentiellement intermittente. La contractilité est inhérente aux fibres musculaires, et indépendante des nerfs moteurs ; elle survit à la section de ceux-ci, et persiste, alors même que leur propriété excito-motrice a été radicalement abolie. La tonicité est subordonnée au contraire à cette propriété excito-motrice ; si on la supprime, elle disparaît ; si l'on coupe les nerfs, elle disparaît aussi ; elle dépend en un mot de l'intégrité des relations qui existent entre les nerfs et les muscles ; elle n'est pas inhérente à ceux-ci.

Ainsi, d'un côté, intermittence d'action et indépendance des nerfs moteurs ; de l'autre, permanence d'action et subordination à ces nerfs : telles sont les différences fort importantes qui distinguent la contractilité de la tonicité.

Cette propriété a été aussi quelquefois confondue avec l'élasticité, mais elle diffère de celle-ci plus encore que de la précédente. L'élasticité est une propriété physique, et la tonicité une propriété vitale. L'élasticité ramène brusquement les fibres musculaires à une longueur déterminée, toujours la même. La tonicité procède dans son action avec plus de lenteur et semble pouvoir ne s'épuiser jamais. Si, à la suite d'une plaie transversale, les deux moitiés du muscle s'écartent instantanément, c'est parce qu'elles obéissent d'abord à leur élasticité ; si plus tard cet écartement augmente, c'est parce que l'élasticité, une fois satisfaite, la tonicité a continué d'agir. Ces deux propriétés sont donc différentes. Elles se complètent en s'ajoutant l'une à l'autre ; mais la tonicité l'emporte sur l'élasticité par son importance et aussi par sa plus grande persistance d'action, puisqu'elle semble inépuisable.

c. La sensibilité des muscles a été considérée par Ch. Bell comme un sixième sens. En s'exprimant ainsi, il donnait de cette propriété une grande idée, mais l'exagérait et ne la définissait pas avec une suffisante précision. Les sens ont pour attribut commun une vive sensibilité, celle des muscles au contraire est assez obscure. Ces organes ne paraissent pas sensibles à la douleur ; on peut les toucher, les comprimer, les diviser, les mutiler de mille manières, sans que les animaux donnent des signes

bien évidents de souffrance. Ils sont en réalité presque insensibles aux excitants mécaniques et chimiques.

Ils sont sensibles cependant, mais possèdent une sensibilité toute spéciale, qui ne se révèle que dans certaines conditions déterminées. C'est à la suite des exercices trop violents ou trop longtemps continués qu'elle se manifeste; elle se traduit alors à notre conscience par un sentiment tout particulier de fatigue ou de simple lassitude.

De même que la sensibilité ne s'éveille dans les ligaments que lorsqu'ils sont trop fortement tendus; de même elle ne se montre dans les muscles volontaires que lorsqu'ils se sont trop longtemps, trop souvent ou trop énergiquement contractés. Elle apparaît d'un côté pour nous avertir que la résistance des liens articulaires est arrivée à ses dernières limites; de l'autre pour nous informer que les forces des agents actifs de la locomotion commencent à s'épuiser.

Cette propriété joue un rôle considérable dans tous les actes musculaires. C'est à elle que nous sommes redevables de la faculté de sentir le degré de contraction de nos muscles; c'est elle qui nous donne le sentiment des forces à dépenser pour atteindre tel ou tel but: avantage précieux qui nous permet de les ménager, de prolonger leur action et d'en tirer le meilleur parti possible.

d. La *vitalité* des muscles est proportionnelle à leur action et à leur énergie. Les individus chez lesquels ils sont le plus actifs sont ceux aussi chez lesquels ils s'élèvent à leur plus grande puissance. Les muscles des athlètes doivent la prédominance de leur volume à l'énergie plus grande de leur nutrition et de leur vitalité. L'abondance des vaisseaux qu'ils reçoivent et du sang qui circule autour des faisceaux primitifs leur permet des échanges osmotiques faciles et permanents, d'autant plus rapides et plus importants qu'ils sont plus actifs. Ces échanges s'opèrent sans peine à travers leur myolemme, doué de la plus complète perméabilité.

§ 5. — DÉVELOPPEMENT DES MUSCLES.

Nous avons vu que les muscles à fibres lisses se développent par l'allongement et la multiplication de leurs cellules. Celles qui forment les faisceaux primitifs des muscles striés se comportent de la même manière. Leur noyau augmente de volume, puis se partage en deux noyaux qui s'accroissent à leur tour, et qui se divisent aussi, en sorte que leur nombre continue à augmenter pendant toute la durée de l'évolution du muscle.

Les leucytes prennent également un volume plus grand, qu'ils »

dépassent pas, participent alors à la bipartition des noyaux et se multiplient au point de prendre dans la cellule une place de plus en plus considérable.

Le protoplasme, par suite des principes albuminoïdes venus des capillaires environnants, acquiert aussi des dimensions plus grandes, et ne tarde pas à se dédoubler à son tour.

Les cellules, de même que les trois éléments dont elles sont formées, augmentent donc à la fois de volume et de nombre. Ainsi s'accroissent les faisceaux primitifs en épaisseur et en longueur; ainsi s'épaississent les gros muscles; ainsi s'allonge le couturier qui, réduit à 10 centimètres au moment de la naissance, finit par atteindre 40 ou 50 centimètres chez l'adulte.

Pendant que les faisceaux primitifs se développent dans le sens transversal et le sens longitudinal, tous les autres éléments du muscle parcourent une évolution analogue. Les vaisseaux sanguins s'allongent aussi, prennent un calibre de plus en plus grand, et apportent dans chacun de ces faisceaux une masse plus considérable de principes assimilables. Toutes les autres parties accessoires, nerfs, tissu conjonctif, fibres élastiques, participent dans la même proportion à l'accroissement de l'organe dont ils font partie.

Mais de tous les éléments des muscles celui qui prend la part la plus importante à son développement est représenté par les cellules. C'est autour de ces organes premiers que tous les autres évoluent; et c'est sous leur influence que s'accomplit leur croissance. Elles donnent l'impulsion; elles animent tout ce qui les touche, tout ce qui contribue à former l'organe dont elles représentent l'élément primordial et fondamental. Chacune de ces particules existe pour elles, relève d'elles, et se développe pour elles, comme autant d'éléments secondaires subordonnés à leur impulsion.

Parvenus au terme de leur développement, les muscles continuent à être le siège d'un double mouvement dont l'un leur apporte des matériaux nouveaux très divers, tandis que l'autre emporte les matériaux anciens; les principes qui entrent dans leur composition se renouvellent ainsi incessamment, et avec d'autant plus de rapidité que nous les soumettons à une vie plus active. De là les différences considérables qu'ils présentent selon les individus, selon nos habitudes et selon les professions

Chez le vieillard, ces organes perdent une partie de leur activité; ils s'affaiblissent alors d'autant plus que la vie devient plus sédentaire et plus languissante. Mais leur débilité dans l'extrême vieillesse n'est pas due seulement à l'atrophie dont ils sont frappés. Elle résulte plus encore de leur insuffisante innervation qui a perdu son ancienne et primitive énergie. Atrophie progressive, état de plus en plus languissant des

muscles, état plus languissant encore du pouvoir excito-moteur qui siège dans l'axe cérébro-spinal, telles sont les causes de la décadence des forces dans la dernière période de la vie.

§ 6. — PARALLÈLE DES DEUX SYSTÈMES MUSCULAIRES.

Les deux systèmes musculaires présentent de si grandes différences que Bichat, pour les caractériser d'un mot, a pu les considérer comme la principale base de sa distinction des deux vies, l'un étant mis au service de la vie animale et l'autre jouant un rôle analogue dans les appareils de la vie organique.

Plus on médite cette grande pensée, plus on reconnaît combien elle était fondée, et combien elle reste vraie encore après les immenses progrès réalisés depuis sa conception dans les sciences biologiques. La vie en effet est la résultante des fonctions qui nous mettent en rapport avec le monde extérieur et de celles qui ont pour but le développement et la conservation de l'individu. Les appareils qui desservent ces deux ordres de fonctions, s'unissent et s'harmonisent partout sans rien perdre des attributs qui les caractérisent.

Parmi les appareils de la vie de relation et de la vie individuelle il en est qui leur sont propres et d'autres qui leur sont communs. Parmi ces derniers il faut mettre au premier rang l'appareil de l'innervation et celui de la circulation. Nous verrons plus loin comment les deux systèmes nerveux s'unissent. Constatons pour le moment que l'appareil de la circulation commun aux deux ordres a pour éléments essentiels des fibres musculaires lisses.

Le système musculaire de la vie organique s'insinue donc dans tous les organes de la vie animale, de même que les irradiations parties de l'axe cérébro-spinal s'insinuent presque partout aussi dans les organes de la vie individuelle. Cette pénétration réciproque des deux systèmes dans des appareils d'ordres différents, suffit-elle pour faire méconnaître leur différente origine, leur différente nature, leur différente destination? Non, sans doute. Elle prouve seulement que les deux vies sont solidaires l'une de l'autre; qu'elles se complètent l'une par l'autre, mais conservent chacune néanmoins leur individualité propre et une sorte d'indépendance.

En même temps que le système musculaires à fibres lisses se prolonge jusqu'aux dernières limites des appareils de la vie animale, le système musculaire à fibres striées vient se mêler aussi à ceux de la vie organique; il se prolonge sur l'origine de l'appareil de la digestion; il forme le diaphragme, l'un des organes les plus importants de l'appareil de la respiration; il constitue le cœur, l'agent principal de la circulation.

En se mêlant ainsi à des appareils qui dépendent d'une vie si différente de celle à laquelle ils appartiennent, perdent-ils les attributs qui les distinguent ? Se modifient-ils pour se mettre en plus complète harmonie avec les organes dont ils envahissent le territoire ? Non ; ils conservent tous les caractères, toutes les propriétés qu'ils possèdent dans leur propre domaine. Ils leur apportent des avantages qui leur faisaient défaut et qui leur étaient nécessaires pour atteindre le but de leur destination.

L'un et l'autre, alors même qu'ils s'étendent bien au delà des frontières qui séparent les deux vies, restent ce qu'ils sont ; et, lorsqu'ils franchissent ces frontières, ils n'émigrent que pour aller rendre à de lointains organes les services inhérents à leur nature. Mais, qu'on les considère en deçà ou au delà de ces frontières, ils conservent leur structure, leurs propriétés, en un mot leur autonomie.

Bichat était donc parfaitement fondé à les distinguer, l'un sous le nom de système musculaire de la vie animale, l'autre sous celui de système musculaire de la vie organique. En éliminant et repoussant cette distinction, ses successeurs ont méconnu les grandes considérations sur lesquelles elle repose et ne lui ont opposé que des objections de détails, sans portée aucune et dénuées de toute valeur pour la plupart. Afin de mettre en plus complète évidence les raisons qui la justifient, comparons les deux systèmes musculaires dans leur morphologie, dans leur structure, dans leurs propriétés.

Comparés au point de vue morphologique, les deux systèmes musculaires diffèrent par leur mode de répartition. Le système strié occupe surtout la périphérie du corps ; il complète les deux grandes cavités du tronc ; il se presse de toutes parts autour des articulations et des leviers osseux ; il a pour siège en un mot toutes les régions essentiellement mobiles et remarquables surtout par l'instantanéité de leurs mouvements. Le cœur ne fait pas exception à la loi générale ; il se meut dans sa totalité et les parois de chacune de ses quatre cavités se meuvent aussi, et se meuvent instantanément depuis la naissance jusqu'à la mort soixante-trois ou soixante-quinze fois par minute. Il pénètre jusqu'au centre de la vie organique pour suppléer les muscles à fibres lisses dans une fonction qu'ils ne pouvaient remplir. C'est par une nécessité de même ordre que le diaphragme vient cloisonner la cavité du tronc et que les muscles à contraction rapide de la cavité buccale, du pharynx et de l'œsophage se substituent dans la partie supérieure du tube digestif aux muscles à contraction lente.

Ces derniers s'étalent en membranes autour des viscères creux du thorax et de l'abdomen. Les mouvements lents, à forme vermiculaire, étaient ceux qui convenaient le mieux à la nature de leurs fonctions.

Lorsqu'ils sortent des parois du tronc pour se prolonger dans les appareils de la vie extérieure, c'est encore sous ce même aspect qu'ils se présentent : tel est le muscle sous-aréolaire du sein, tel est le *dartos*, tel est le muscle péri-pénien. Dans la peau ils se réduisent à l'état de simples faisceaux, mais aplatis aussi; dans l'œil ils offrent une forme analogue.

Quel que soit le siège des muscles striés, ils conservent dans les appareils de l'une et l'autre vie le type qui leur est propre. Il en est de même des muscles lisses. En sortant des appareils dont ils dépendent pour aller se mêler à des appareils étrangers, ils emportent avec eux tous leurs caractères héréditaires, semblables à ces émigrants qu'on reconnaît partout à leur costume, à leur langage, à leurs manières. Il faut donc reconnaître que chacune des deux vies possède un système musculaire bien distinct: il existe un système musculaire à mouvements rapides pour la vie animale, et un système musculaire à mouvements lents pour la vie organique; et tous deux se transportent jusque dans les régions les plus lointaines lorsque leur présence est nécessaire.

Comparés dans leur structure, ils offrent des analogies qu'il importe de signaler et des différences qui méritent aussi d'être mentionnées: rappelons que tous les deux sont formés de cellules; dans tous les deux ces cellules se composent des mêmes éléments: protoplasme, noyaux, leucytes; dans tous les deux elles sont protégées par une membrane amorphe qui est représentée par le sarcolemme dans les muscles striés, qui ne porte aucun nom dans les muscles lisses, mais qui est l'analogie du sarcolemme, qu'on pourrait appeler le sarcolemme des muscles lisses et qui constitue pour elles un puissant moyen d'union.

A côté de ces traits de ressemblance plaçons ceux qui les différencient. Dans les muscles lisses les cellules sont distinctes et indépendantes. Dans les muscles striés elles s'unissent si complètement, que le protoplasme forme une masse unique dans laquelle sont irrégulièrement disséminés les noyaux.

A cette première différence vient s'en joindre une seconde sur laquelle s'est concentrée à peu près exclusivement toute l'attention des histologistes: les leucytes dispersés sans ordre dans le protoplasme des cellules indépendantes se rangent dans les cellules qui s'unissent par leur périphérie en séries longitudinales et transversales; mais ce mode d'arrangement, ainsi que nous croyons l'avoir démontré, n'est qu'un phénomène secondaire; le fait capital c'est leur existence; or ils existent manifestement de part et d'autre. Pour tenir un langage conforme aux données de l'observation, il faut donc admettre en résumé:

1° Que les deux systèmes sont formés de cellules qui restent indépendantes dans l'un, qui se continuent dans l'autre;

2° Que ces cellules sont semblablement constituées, puisqu'elles se composent des mêmes éléments;

3° Que l'irrégulière dissémination des leucytes dans les cellules du système musculaire de la vie organique et leur disposition sériée dans le système musculaire de la vie animale ne suffisent pas pour les considérer comme fondamentalement différentes;

4° Que les systèmes à fibres striées et à fibres lisses se ressemblent par les traits essentiels de leur structure, et qu'ils ne diffèrent que sur des points d'importance secondaire.

En passant de leur structure au parallèle de leurs propriétés et en nous bornant à les comparer seulement dans la plus importante de celles-ci, c'est-à-dire dans leur contractilité, nous trouverons l'explication de la différence qu'ils présentent dans leur structure.

Le tissu musculaire à fibres lisses se composant de cellules indépendantes, celles-ci se contractent séparément; le raccourcissement résultant de leur contraction s'ajoute à celui des cellules qui les précèdent et les suivent; le raccourcissement total est la résultante d'une longue série de raccourcissements partiels. Le mouvement qu'elles déterminent se transmet et se propage donc avec une certaine lenteur et prend ainsi le caractère vermiculaire qui lui est propre.

Dans les muscles striés, toutes les cellules se continuant, leur contraction n'est pas successive, mais simultanée. Le raccourcissement qui en résulte porte sur toute la longueur du protoplasme, c'est-à-dire sur toute la longueur des fibres; il est donc beaucoup plus étendu; ainsi s'explique son instantanéité, ainsi se trouve démontrée l'utilité de l'union des cellules. Elles s'unissent pour produire des mouvements d'ensemble ou de totalité. C'est pourquoi nous les voyons se continuer entre elles, sur tous les points où des mouvements rapides et instantanés sont nécessaires, et rester indépendantes sur ceux qui réclament des mouvements lents, successifs, vermiculaires.

Les cellules se modifient donc selon les exigences des fonctions qu'elles remplissent; et il est digne de remarque qu'elles se modifient ainsi dès leur naissance. Sur l'embryon à l'état d'ébauche les cellules musculaires du cœur sont déjà fusionnées pour communiquer à l'organe central de la circulation l'instantanéité qui caractérise ses mouvements, avantage qui dérive de la simultanée de leur contraction. Celles qui entrent dans la constitution des vaisseaux ne se fusionnent jamais, parce que leur indépendance est la condition première de leur utilité; grâce à cette indépendance, elles se contractent successivement du cœur vers les capillaires, et président ainsi à la progression régulière du sang.

SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE

A chacun des systèmes musculaires correspond un système nerveux qui préside à ses contractions, et qui tient aussi sous sa dépendance tous les appareils du même ordre. Il existe donc un système nerveux de la vie animale et un système nerveux de la vie organique.

Le système nerveux de la vie animale est remarquable par ses grandes dimensions, d'autant plus prédominantes qu'on le considère chez des animaux plus élevés dans l'échelle zoologique. Il est formé de deux moitiés, symétriquement disposées de chaque côté du plan médian, et reliées l'une à l'autre par des commissures qui le ramènent à l'unité.

Sa partie centrale et principale occupe les cavités du crâne et du rachis ; elle est représentée par l'encéphale et la moelle, d'où les noms d'axe *encéphalo-médullaire*, d'axe *cérébro-spinal*. Sa partie périphérique rayonne dans toutes les directions.

Sa structure comprend deux substances : l'une, grise, essentiellement composée de cellules qui en représentent l'élément actif ; l'autre, blanche, composée de tubes jouant le rôle de simples conducteurs. Ses fonctions sont intermittentes.

Le système nerveux de la vie organique diffère beaucoup du précédent. Il n'est pas situé dans une cavité, mais sur les côtés du rachis. Son volume est relativement très minime. Il n'est pas symétrique, mais très irrégulièrement disposé. Il ne se présente pas sous la forme d'une masse unique et continue dans toutes ses dépendances, mais sous l'aspect de petits centres, ou *ganglions*, d'où le nom de *système nerveux ganglionnaire* qui lui a été donné et que justifie en effet sa constitution. Ses fonctions ne sont pas intermittentes, mais continues. Il tient sous son empire tous les appareils de la vie de nutrition, comme le précédent tous les appareils de la vie de relation.

Si dissemblables qu'ils soient sous tant de rapports, ces deux systèmes se rapprochent cependant par un caractère qui leur est commun : ils

composent des mêmes éléments; l'un et l'autre ont pour éléments actifs des cellules, et pour éléments passifs des filaments conducteurs. Dans l'un et l'autre les cellules se groupent en nombre très variable et souvent aussi restent irrégulièrement disséminées. Dans tous les deux ces cellules du reste diffèrent beaucoup par leur nombre, par leur volume, par leur forme et par les prolongements qui en partent.

Nous avons vu que les deux systèmes musculaires s'entremêlent sans se confondre, chacun d'eux conservant dans les appareils qui lui sont étrangers ses attributs caractéristiques. Les deux systèmes nerveux s'entremêlent aussi; ils s'unissent même si étroitement que le second ou système nerveux ganglionnaire, appelé aussi *grand sympathique*, a pu être considéré comme une simple dépendance du premier, opinion qui a fini par prévaloir et qui est aujourd'hui généralement acceptée. Nous verrons plus loin sur quelles considérations elle repose.

Le système nerveux de la vie animale s'avance jusque dans les appareils les plus importants de la vie nutritive. Il se prolonge par le nerf pneumogastrique jusqu'au centre de l'appareil circulatoire, et par le même nerf jusqu'au centre de l'appareil digestif, ses dernières divisions se perdant dans l'estomac et les intestins. Il pénètre dans l'appareil de la respiration par les ramifications qu'il abandonne au plexus pulmonaire, et dans l'appareil urinaire par celles qui viennent se mêler au plexus hypogastrique.

D'une autre part, le système nerveux de la vie organique se prolonge dans l'extrémité céphalique, siège essentiel de la vie extérieure; on peut le suivre jusque sur la périphérie de l'encéphale, et jusque dans les ganglions annexés à la cinquième paire.

Mais en s'étendant des appareils auxquels ils sont plus spécialement affectés, vers ceux qui se trouvent situés au delà de leurs limites, les deux systèmes nerveux se comportent comme les deux systèmes musculaires; chacun d'eux apporte avec lui les attributs qui le distinguent.

Ces notions préliminaires seront confirmées plus loin par d'autres faits du même ordre. Nous pouvons donc admettre qu'à chacune des deux vies se rattache un système nerveux particulier. Nous étudierons d'abord celui qui préside aux fonctions de la vie animale, et ensuite celui qui préside aux fonctions de la vie organique.

Le système nerveux de la vie animale, désigné le plus souvent sous les noms d'axe cérébro-spinal, d'axe encéphalo-médullaire, de *névraxe*, est l'apanage à peu près exclusif du grand embranchement des vertébrés. Dans les animaux d'un ordre moins élevé on en trouve les premiers vestiges représentés chez les céphalopodes et quelques autres mollusques par les ganglions du collier œsophagien. Mais c'est dans les

poissons qu'il se constitue sous sa forme réelle, complète et définitive, se développant et se perfectionnant à mesure qu'on remonte l'échelle animale, pour acquérir chez les mammifères supérieurs et enfin chez l'homme son plus haut degré de développement et toute l'importance de ses fonctions.

Considéré dans son ensemble et au point de vue de l'anatomie générale, il nous offre à étudier sa morphologie, sa structure, ses propriétés, son mode d'évolution.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE

Situé dans une cavité osseuse et s'échappant de celle-ci par les nombreux orifices qu'elle présente pour se prolonger dans toutes les parties du corps, le système nerveux de la vie de relation se divise en deux parties bien distinctes : l'une médiane, centrale et principale, représentée par l'axe cérébro-spinal; l'autre périphérique, constituée par des cordons ramifiés ou les *nerfs*.

La partie médiane et centrale se prolonge au début de son évolution dans toute l'étendue de la cavité qu'elle occupe; mais plus tard elle remonte de son extrémité coccygienne vers son extrémité céphalique et ne correspond plus alors qu'à ses deux tiers supérieurs.

Elle se partage elle-même en deux parties secondaires, celle qui a pour siège le canal rachidien et celle qui occupe la cavité du crâne.

La première ou *moelle épinière* est cylindrique. Elle ne remplit pas toute la cavité du rachis et n'adhère pas à ses parois.

La seconde ou l'encéphale s'applique au contraire par sa périphérie à la surface interne du crâne et lui adhère par son enveloppe principale, la *dure-mère*. La mobilité du canal vertébral, ses inflexions alternatives dans plusieurs sens nous expliquent le volume relatif moindre du prolongement médullaire. Le crâne destiné à jouer le rôle d'une cuirasse protégée d'autant mieux l'encéphale qu'il l'immobilise plus complètement. Cependant le liquide céphalo-rachidien en oscillant tour à tour de cet organe vers la moelle et de la moelle vers l'encéphale contribue aussi à le protéger en lui laissant toute liberté pour subir les variations de volume qu'il éprouve sous la double influence de la circulation et de la respiration.

L'axe cérébro-spinal offre une coloration bien différente sur les deux parties qui le composent. Sur la moelle il conserve dans toute sa longueur une couleur blanche. Sur l'encéphale il prend une couleur d'un gris cendré qui s'étend aussi à toute sa périphérie. Cette différence est due à la situation inverse des deux substances qui entrent dans leur constitution. Sur sa partie médullaire c'est la substance blanche qui répond à sa superficie. Sur sa partie encéphalique c'est la substance grise qui devient superficielle.

Le mode de répartition des deux substances est donc complètement opposé selon qu'on considère sa partie supérieure ou sa partie inférieure.

L'axe cérébro-spinal présente aussi une conformation très différente selon qu'on considère la moelle ou l'encéphale.

§ 1^{er}. — CONFORMATION DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Sur la moelle épinière on voit deux sillons médians. Le sillon antérieur est plus large et moins profond ; le postérieur est plus profond, mais si étroit qu'il a été nié par quelques auteurs. Ces deux sillons sont limités profondément par une commissure transversale qui rattache la moitié droite de la moelle à sa moitié gauche. Cette commissure, aplatie d'avant en arrière, se compose de deux lamelles : une antérieure, c'est la *commissure blanche*, et une postérieure, plus mince, c'est la *commissure grise*. Entre ces deux commissures et placé aussi sur le plan médian se trouve le canal central du prolongement médullaire. Il se prolonge inférieurement jusque dans le *filum terminale* et s'ouvre par son extrémité opposée dans l'angle inférieur du quatrième ventricule. Ce canal est large au début de l'évolution de la moelle ; mais, lorsqu'elle arrive à son complet développement, il se réduit au plus minime diamètre ; cependant il ne s'efface jamais entièrement ; on le retrouve jusqu'à la plus extrême vieillesse. Il est tapissé par un épithélium vibratile et contient un liquide séreux.

A ces deux sillons médians et constants vient s'en ajouter un troisième situé sur la face postérieure de la moelle, extrêmement superficiel et plus apparent que réel ; c'est le *sillon collatéral postérieur*. Il répond à l'origine des racines postérieures du prolongement médullaire. Lorsqu'on arrache ses racines, très molles et à peine adhérentes, on remarque sur toute la longueur du sillon une série de points gris et de fossettes dues à la substance grise centrale qui s'avance jusqu'au point d'émergence des racines sensibles.

La plupart des auteurs admettent aussi un *sillon collatéral antérieur* qui répond au point d'émergence des racines motrices, opinion fondée sur une simple apparence.

De l'existence des sillons médians il suit que la moelle épinière est divisée en deux moitiés égales et symétriques, reliées par deux commissures, l'une antérieure, blanche; l'autre postérieure, grise.

Chacune de ces moitiés est subdivisée par le sillon collatéral postérieur en deux parties ou cordons: 1° un *cordon postérieur* que limitent en dedans le sillon médian postérieur et en dehors les racines postérieures ou sensitives; 2° un cordon antéro-latéral beaucoup plus volumineux que le précédent. Ce second cordon a pour limite en arrière le sillon collatéral postérieur et en avant le sillon médian antérieur. On le considère en général comme formé de deux cordons secondaires, dont l'un se trouve compris entre les racines sensitives et motrices, et l'autre entre ces dernières et le sillon médian antérieur.

Chacune des moitiés de la moelle est donc formée en définitive de trois cordons: d'un cordon postérieur ou sensitif, d'un cordon latéral et d'un cordon antérieur, l'un et l'autre moteurs. En étudiant la structure de la moelle nous verrons que ces trois cordons se comportent très différemment dans leur trajet et surtout à leur extrémité supérieure au moment où ils se continuent avec l'encéphale.

§ 2. — CONFORMATION DE L'ENCÉPHALE.

Les sillons qu'on remarque sur la périphérie de l'encéphale ont aussi pour résultat de le segmenter en plusieurs parties. Considérés chez les vertébrés supérieurs, ces sillons peuvent être distingués en profonds et superficiels.

Les sillons profonds au nombre de deux sont réciproquement perpendiculaires. Le premier est horizontal, il partage la masse encéphalique en deux parties très inégales, l'une postérieure, c'est le *cervelet*, l'autre antérieure et supérieure, c'est le *cerveau*. Le second est vertical; il divise le cerveau en deux moitiés égales et symétriques, connues sous le nom d'*hémisphères cérébraux*.

Chacun de ces sillons est occupé par un repli de la dure-mère; les deux replis en se continuant cloisonnent la cavité du crâne. L'*inférieur* ou *tente du cervelet* sépare cet organe des hémisphères cérébraux; le supérieur ou *faux du cerveau* sépare l'hémisphère droit de l'hémisphère gauche, de telle sorte que les trois principaux segments de la masse encéphalique, ainsi soutenus et entourés, se trouvent à l'abri de toute compression réciproque.

Les sillons superficiels sont de configuration très différente. Le plus important sépare le cervelet de l'*isthme de l'encéphale*, ou *moelle allongée* des anciens. Un autre, transversal et demi-circulaire, établit

une ligne de démarcation très nette entre l'isthme de l'encéphale et le bulbe rachidien, ou queue de la moelle allongée.

La masse encéphalique comprend par conséquent cinq principaux segments : les hémisphères cérébraux, le cervelet, l'isthme de l'encéphale et le bulbe rachidien.

Indépendamment des sillons qui séparent ces segments, il en est d'autres qui serpentent à la surface du cerveau et du cervelet. Ceux qu'on observe sur la périphérie du cerveau sont particulièrement remarquables par leur caractère onduleux. Dans les intervalles qui les séparent cheminent des saillies onduleuses aussi qui forment les *circonvolutions*. Ces saillies depuis quinze ou vingt ans ont particulièrement fixé l'attention des anatomistes et des physiologistes. Elles sont réparties de manière à former quatre principaux groupes sur chacun des hémisphères : un lobe antérieur ou frontal, un lobe moyen ou pariétal, un lobe postérieur ou occipital, et un lobe inférieur ou temporo-sphénoïdal.

Les sillons qu'on remarque sur la périphérie du cervelet ne sont pas sinueux comme ceux qui séparent les circonvolutions cérébrales, mais linéaires, parallèles et concentriques pour la plupart. Les parties comprises dans leurs intervalles sont étroites, et se présentent sous la forme de simples lamelles, appelées aussi circonvolutions; mais les circonvolutions cérébelleuses diffèrent beaucoup des circonvolutions cérébrales, soit par leur configuration, leur disposition réciproque et leurs dimensions, soit aussi par leur structure, ainsi que nous le verrons.

Les trois enveloppes de l'axe cérébro-spinal ne se comportent pas de la même manière à l'égard des sillons qu'il présente. La plus profonde, ou *pie-mère*, pénètre dans tous les sillons, en sorte qu'elle reste partout en contact immédiat avec sa surface. Les innombrables artérioles et veinules qui en dépendent, lui sont essentiellement destinées.

La seconde enveloppe, ou *arachnoïde*, qui appartient à la classe des membranes séreuses, passe sur tous les sillons sans leur adhérer. La troisième ou la *dure-mère* est également éloignée de la moelle et des parois osseuses dans le rachis; mais elle s'unit très solidement à la surface interne du crâne.

§ 3. — PARTIE PÉRIPHÉRIQUE DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE.

La partie périphérique ou ramifiée du système nerveux de la vie animale prend naissance sur la surface du névraxe par des racines qui en représentent l'origine. Ces racines sont de deux ordres. Les unes, infiniment plus nombreuses et semblablement disposées, sont le point de

départ des nerfs rachidiens ; les autres sont le point de départ des nerfs crâniens. Les cordons nerveux émanés de l'axe cérébro-spinal se partagent donc en deux principaux groupes qui se distinguent par des caractères très différents.

Le groupe des nerfs rachidiens constitue une grande famille dont tous les membres se reconnaissent aux traits qui leur sont communs. Situés sur les côtés du rachis et en nombre égal de chaque côté, ils forment trente et une paires, dont les racines s'échelonnent sur la moelle en deux longues séries linéaires et rectilignes, l'une antérieure, l'autre postérieure.

La série des racines antérieures, ou racines motrices, a pour ligne d'émergence le sillon collatéral antérieur auquel elles donnent toute son importance, ce sillon n'existant pas à proprement parler. Chacune d'elles est entourée par un prolongement de la pie-mère qui consolide leurs rapports avec la moelle épinière. Elles convergent de dedans en dehors et forment ainsi un seul faisceau qui traverse les portions latérales de la dure-mère par un orifice particulier.

La série des racines postérieures ou racines sensitives a pour ligne d'émergence le sillon collatéral postérieur. Elles répondent en d'autres termes à l'interstice qui sépare les cordons latéraux des cordons postérieurs. Elles sont un peu plus volumineuses que les antérieures, et du reste semblablement disposées. De leur convergence résulte un second faisceau qui traverse la dure-mère rachidienne par un orifice situé au-dessous de celui qui donne passage aux racines antérieures, mais immédiatement sous-jacent à celui-ci.

Parvenus en dehors de la dure-mère, les deux faisceaux émanés de la moelle se comportent bien différemment. Le faisceau des racines postérieures rencontre un ganglion ovoïde occupant le trou rachidien correspondant et le traverse. Il existe donc autant de ganglions rachidiens ou spinaux que de paires rachidiennes. Le faisceau antérieur passe au-devant des ganglions, sans lui adhérer, et s'unit au faisceau postérieur au moment où il en sort. De cette union ou plutôt de cette fusion intime des deux faisceaux résulte un tronc composé de filets sensitifs et de filets moteurs ; ce tronc est un nerf mixte.

Les nerfs mixtes ou cordons nerveux partis de la moelle épinière commencent donc en dehors des ganglions spinaux et se répandent ensuite dans toutes les parties situées à droite et à gauche de la colonne vertébrale en se divisant et se ramifiant pour se terminer différemment dans chacune d'elles. Mais, avant de prendre une direction divergente, ils se rapprochent, s'unissent par échange réciproque de faisceaux et fascicules et forment ainsi sur toute la longueur du rachis, mais surtout au niveau de l'origine des membres, des entrelacements ou *plexus*,

desquels naissent des cordons d'inégal volume qui suivent des directions différentes pour se rendre chacun à leur destination.

Parmi les plexus nerveux qui dépendent des nerfs rachidiens, il en est trois qui méritent une mention spéciale. Le plus élevé ou *plexus brachial* répond à la partie inférieure du cou. Le second ou moyen répond à la colonne lombaire, et le troisième ou inférieur à la colonne sacro-coccygienne, c'est le *plexus sciatique*. Les deux premiers sont constitués par les nerfs qui vont se ramifier dans les membres, c'est-à-dire par des nerfs plus volumineux et plus nombreux.

En remontant à leur origine, on remarque que le plexus brachial a pour point de départ un renflement de la moelle, le *renflement brachial*, de configuration fusiforme, et le second un renflement analogue, le *renflement lombaire*, fusiforme aussi.

Les cordons nerveux se divisent et souvent aussi s'anastomosent dans leur trajet ; mais qu'ils se séparent ou s'unissent, le phénomène diffère peu. Dans le premier cas, il n'y a pas en réalité division, mais simple décollement ; et dans le second il n'y a pas fusion, mais simple juxtaposition. Ces divisions et anastomoses si fréquentes ont pour but principal de modifier la proportion relative des filets moteurs et sensitifs, de telle sorte que les nerfs destinés à la peau, aux muqueuses, aux organes des sens, contiennent plus de filaments sensitifs, et ceux destinés aux muscles plus de filets moteurs.

Le groupe des nerfs cérébraux est beaucoup moins nombreux que le précédent, mais n'offre pas cependant une moindre importance. Ces nerfs se distribuent à toutes les parties molles de la tête et quelques-uns se rendent aux organes des sens dont ils représentent l'élément essentiel. Ils sont au nombre de douze seulement ; et presque tous naissent des parties inférieures de l'encéphale, de l'isthme et du bulbe. Deux seulement, le nerf olfactif et le nerf optique, partent du cerveau. Le cervelet n'en fournit aucun.

Ceux qui se rendent aux organes des sens sont particulièrement remarquables par leur mollesse et leur forme rubanée. Ils sont constitués par un prolongement de la substance blanche, et adhèrent aux parties sur lesquelles ils reposent. Leur origine réelle ne répond pas à un point nettement déterminé ; elle n'est encore que très imparfaitement connue.

Celle des autres nerfs encéphaliques est beaucoup mieux localisée ; elle est représentée par des cellules dont la forme et le nombre offrent quelques variétés, mais qui sont pour la plupart multipolaires, et qui constituent autant de petits groupes dont M. Mathias Duval nous a donné une description aussi exacte que précise.

Les nerfs de l'encéphale sortent par les trous si nombreux qu'on voit sur

la partie inférieure ou la base du crâne, d'où le nom de *nerfs crâniens* sous lequel ils sont aussi et le plus souvent désignés. Un prolongement de la pie-mère entoure leurs racines ; l'arachnoïde entoure le faisceau qu'elles forment et l'accompagne jusqu'à leur sortie.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE

Ce système se distingue entre tous les autres par la complexité de sa structure, par les grands problèmes qu'elle soulève, et par les nombreuses inconnues qui se dégagent de son étude.

La structure de l'axe cérébro-spinal nous occupera d'abord ; c'est celle qui offre le plus de difficultés et qui divise le plus les auteurs, bien que la partie périphérique du système nerveux ne soit pas sans nuages et se hérisse aussi de nombreuses divergences. Dans cette longue étude nous procéderons de bas en haut.

Nous étudierons donc successivement la moelle épinière, le bulbe rachidien, l'isthme de l'encéphale, le cerveau, le cervelet et les nerfs qui naissent de l'axe cérébro-spinal.

§ 1^{er}. — STRUCTURE DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

La moelle épinière comprend dans sa structure trois parties principales : une partie grise qui s'étend à toute sa longueur et qui en représente l'axe ; une partie blanche qui entoure la précédente en se continuant avec elle ; et des parties accessoires qui les soutiennent, qui les protègent et parmi lesquelles figurent au premier rang du tissu conjonctif des artères et des veines.

A. — Substance grise de la moelle épinière.

Cette substance forme une longue colonne s'étendant du bulbe rachidien au *filum terminale*, et se divisant sur toute sa longueur en trois colonnes secondaires, deux latérales et une médiane. Les deux colonnes latérales occupent le centre de chacune des moitiés de la moelle. La colonne médiane qui unit les précédentes forme la commissure grise.

Les colonnes latérales de la substance grise considérées sur une coupe transversale s'étendent d'avant en arrière en décrivant une courbure dont la concavité regarde en dehors, et dont la convexité se continue avec la commissure grise. Leur partie antérieure renflée n'arrive pas jusqu'à la substance blanche; elle porte le nom de *corne antérieure*. Leur partie postérieure se prolonge jusqu'à la périphérie de la moelle; elle est notablement plus longue que la précédente, mais beaucoup plus mince; c'est la *corne postérieure*. Entre ces deux cornes, au niveau de la commissure grise, on remarque sur les coupes un noyau arrondi, le noyau de Stilling. Vu sur une coupe longitudinale, ce noyau prend l'aspect d'une petite colonne, appelée *colonne* de Clarke. Elle s'étend du renflement cervical au renflement lombaire.

Nous avons donc à considérer pour l'étude complète de la substance grise de la moelle : 1° les cornes antérieures; 2° les cornes postérieures; 3° la colonne de Clarke; 4° la commissure postérieure.

Pour voir et comparer dans leurs dimensions et disposition relative ces différentes parties, il faut pratiquer sur la moelle, préalablement durcie, plusieurs coupes portant : la première sur son extrémité supérieure, la seconde sur le renflement cervical, la troisième sur sa portion dorsale, et la quatrième sur le renflement lombaire.

a. Cornes antérieures. — Ces cornes, courtes et grosses, varient dans leurs dimensions selon la partie de la moelle qu'on observe. Peu volumineuses au-dessous du bulbe, elles offrent un volume notablement plus grand au niveau du renflement cervical, très petit sur la portion dorsale, et atteignent au contraire leur plus grand développement sur le renflement lombaire.

Les cornes antérieures sont composées de cellules, de tubes nerveux, et de parties accessoires qui leur sont communes avec toutes les autres dépendances de la moelle et que nous étudierons plus loin dans leur ensemble. Ici nous nous occuperons seulement des cellules et des tubes qui en forment l'élément essentiel.

1° Cellules. — Les cellules des cornes antérieures se distinguent de celles de toutes les autres parties du système nerveux par leur volume plus considérable et par leurs prolongements plus nombreux. Elles sont assez irrégulièrement disposées. Cependant ces cellules, sur les renflements cervical et lombaire, se rassemblent en trois principaux groupes de figure arrondie; l'un de ces groupes est interne, le second antérieur, le troisième externe; mais indépendamment de ces groupes il existe des cellules qui occupent leurs intervalles.

Bien que très remarquables par leur volume, ces cellules n'offrent pas des dimensions égales; on peut même les diviser en grosses, moyennes et petites. Mais les premières sont plus nombreuses; quel-

ques-unes sont énormes. Elles varient du reste sous ce rapport selon l'animal qu'on considère. C'est sur le cheval qu'elles arrivent à leur plus grand développement; elles sont très volumineuses aussi chez le bœuf, moins grosses chez l'homme, et plus petites chez la plupart des autres mammifères.

Presque toutes sont étoilées. Quelques-unes seulement n'offrent que deux prolongements partant de leurs extrémités. Les autres donnent naissance à trois, quatre ou cinq prolongements. Beaucoup en produisent six, sept, huit et même davantage. Je n'en ai jamais vu qui en présentent plus de dix ou onze.

Ces prolongements diffèrent beaucoup par leur diamètre. Il en est de très gros, de moyens et de petits. En s'éloignant de leur origine, ils diminuent de calibre et se divisent; quelques-uns même se subdivisent une ou plusieurs fois; ils se ramifient en un mot. Mais leurs divisions sont loin d'être aussi multipliées que semblent l'admettre un assez grand nombre d'auteurs. Dans la plupart des dessins qui en reproduisent la forme, le nombre des ramifications est exagéré. J'ai pu suivre beaucoup de ces prolongements dans une notable partie de leur trajet, et je ne

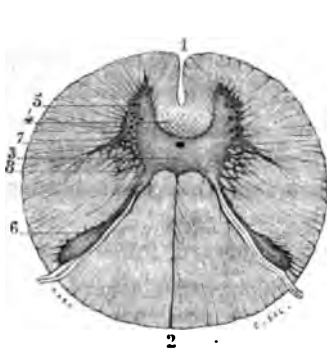


FIG. 121. — Coupe de la moelle au-dessous du bulbe rachidien.

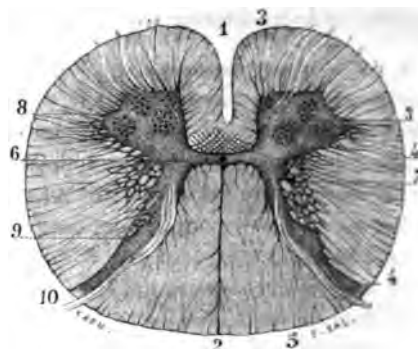


FIG. 122. — Coupe du renflement cervical de la moelle.

FIG. 121. — 1, sillon antérieur. — 2, sillon postérieur. — 3, commissure grise très épaisse dans cette région. — 4, commissure blanche formée par l'entre-croisement des cordons antérieurs. — 5, corne antérieure. — 6, corne postérieure. — 7, corne latérale.

FIG. 122. — 1, sillon antérieur. — 2, sillon postérieur. — 3, cordon antérieur. — 4, cordon latéral, occupant l'espace compris entre les deux cornes. — 5, cordon postérieur situé entre les cornes postérieures et le sillon médian postérieur. — 6, commissure postérieure très mince. — 7, disposition réticulée qu'affectent les substances grise et blanche en dedans des cordons latéraux. — 8, corne antérieure dans laquelle les cellules sont réunies en trois principaux groupes. — 9, corne postérieure. — 10, cinquième paire des nerfs cervicaux naissant en dedans de ces cornes. (Préparation de M. Mathias Duval.)

les ai pas vus se ramifier autant qu'on pourrait le penser en examinant les figures qui les représentent dans quelques ouvrages.

Les cellules des cornes antérieures ne possèdent pas d'enveloppe. Elles se composent de trois éléments : d'un noyau, d'une masse protoplasmique et de leucytes.— Le noyau est assez volumineux, facile à voir, de forme sphérique, et d'une teinte un peu plus foncée que les parties environnantes. A son centre existe un nucléole bien apparent aussi ; sa surface est recouverte d'une mince enveloppe qui lui donne l'aspect d'une vésicule. — Le protoplasme est transparent, d'une consistance molle et uniforme ; on ne voit rien à la surface de la cellule qui soit comparable à une enveloppe. Sa partie périphérique ne diffère nullement des parties plus profondes.

Les leucytes méritent une mention à part et plus détaillée, leur nature, leur forme, leur nombre, leur couleur étant peu connus ou mal connus. Ils prennent une part considérable à la constitution des cellules ; ils forment la plus grande partie, les trois quarts au moins de la masse protoplasmique, et sont si rapprochés qu'ils se touchent le plus habituellement par un point de leur contour.

Leur forme est sphérique comme celle du noyau. Par leur nature intime, ils se rapprochent du protoplasme dont ils dérivent. Dans le

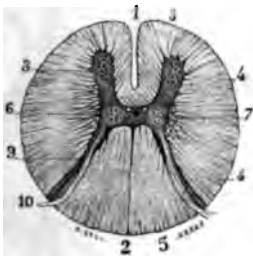


FIG. 123. — Coupe de la portion dorsale de la moelle.

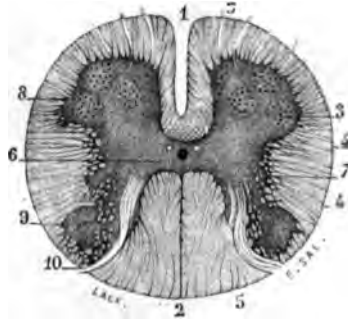


FIG. 124. — Coupe du renflement lombaire de la moelle.

FIG. 123. — 1, sillon antérieur. — 2, sillon postérieur. — 3, cordon antérieur situé au-devant de la corne correspondante. — 4, cordon latéral s'étendant de l'une à l'autre corne. — 5, cordon postérieur. — 6, 7, coupe des colonnes de Clarke situées à l'union des cornes, antérieure et postérieure, contenant l'une et l'autre de grosses cellules multipolaires. — 8, corne antérieure. — 9, corne postérieure. — 10, origine des nerfs dorsaux.

FIG. 124. — 1, sillon antérieur. — 2, sillon postérieur. — 3, 3, cordon antérieur. — 4, 4, cordon latéral. — 5, 5, cordon postérieur. — 6, commissure grise. — 7, partie réticulée de la colonne grise. — 8, corne antérieure remarquable par son énorme volume. — 9, corne postérieure. — 10, racine sensitive des nerfs lombaires. (Préparation de M. Mathias Duval.)

corps de la cellule ils sont répartis sans ordre, semblables sous ce rapport à des grains de millet contenus dans un sac. Mais dans les prolongements qui en partent ils se disposent en séries linéaires à leur origine et sur une notable partie de leur longueur. A l'aspect de ces séries de leucytes les histologistes éprouvent quelques doutes qui se trahissent dans leur langage. Les uns avancent que les prolongements cellulaires sont granuleux; les autres, observateurs plus attentifs, parlent d'une substance granulo-fibrillaire, ou simplement fibrillaire.

Ils ne sont ni fibreux, ni fibrillaires, ni granulo-fibrillaires, mais représentent un simple prolongement de la masse protoplasmique, avec cette seule différence que les leucytes en sortant de la cellule se rangent linéairement. Sur une grande partie de leur étendue, ils conservent ce même caractère, qui leur donne un aspect fibroïde. Mais, à mesure que ces prolongements s'éloignent de leur point de départ, les leucytes diminuent de nombre, s'espacent davantage, affectent une disposition moins régulière, et finissent par disparaître sans laisser aucune trace de leur présence. Les prolongements alors ne sont plus constitués que

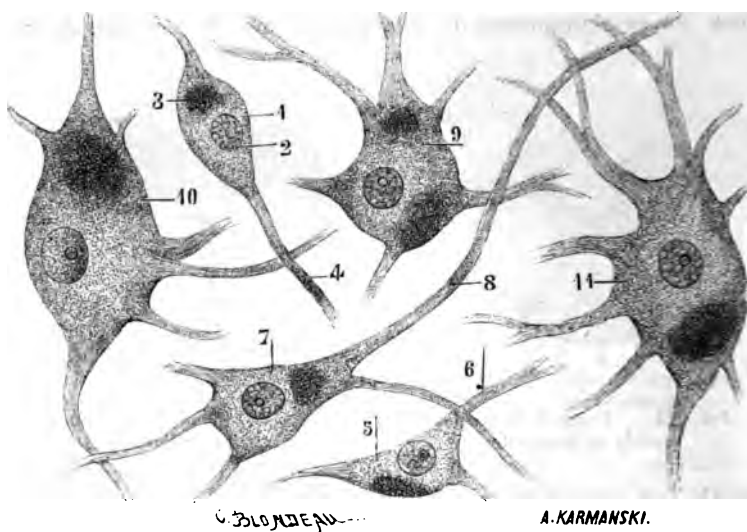


FIG. 125. — Cellules des cornes antérieures de la moelle épinière du cheval.

1, cellule fusiforme. — 2, son noyau. — 3, ses chromoleucytes. — 4, un groupe de chromoleucytes situés sur un de ses prolongements. — 5, cellule tripolaire. — 6, ses prolongements. — 7, cellule étoilée à cinq prolongements. — 8, prolongement très long et non ramifié. — 9, cellule à six prolongements contenant deux groupes de chromoleucytes. — 10, cellule donnant naissance à sept prolongements. — 11, cellule à neuf prolongements.

par le protoplasme qui représentait un de leurs deux éléments. Ainsi simplifiés dans leur structure, ils deviennent incolores, transparents, hyalins, et comparables à des cylindraxes. Plus loin, nous reprendrons ces cylindraxes pour étudier leur mode de terminaison et la part qu'ils prennent à la formation de la substance blanche.

Les prolongements cellulaires rappellent donc par leur constitution celle de la cellule, et on peut leur conserver le nom de *prolongements protoplasmiques* qui leur a été donné, bien que cette dénomination ne tienne compte que de l'un des deux éléments contribuant à les former.

Soit qu'on les considère dans les cellules ou dans les prolongements qui en partent, les leucytes se divisent en deux ordres, les uns étant incolores, et les autres colorés.

Les leucytes incolores sont les plus nombreux, ils ne font jamais défaut ; on les retrouve dans toutes les cellules de l'économie. Dans les cellules de l'axe cérébro-spinal, bien que très pâles, ils possèdent une teinte jaunâtre ou jaune paille ; c'est à eux que la substance grise est redevable de la coloration qui lui est propre et qui contraste si nettement avec la substance blanche.

Les leucytes colorés ou *chromoleucytes* diffèrent des précédents par leur teinte d'un jaune sombre, plus ou moins foncée, et quelquefois

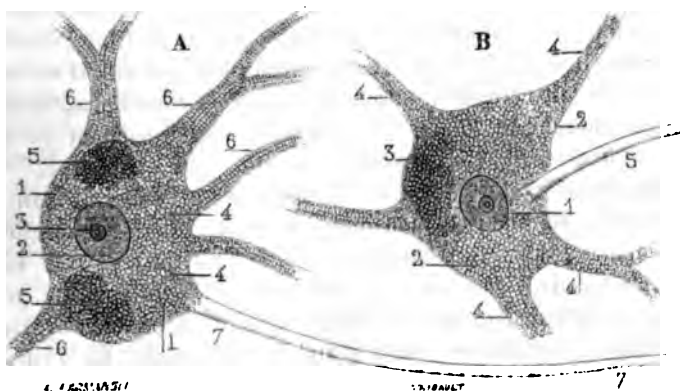


FIG. 126. — Cellules des cornes antérieures de la moelle épinière du cheval, de chacune desquelles part un prolongement cylindraxe.

A. Cellule donnant naissance à cinq prolongements protoplasmiques. — 1, 1, corps de la cellule. — 2, son noyau. — 3, nucléole. — 4, 4, leucytes, assez nombreux pour se toucher. — 5, 5, chromoleucytes formant deux groupes. — 6, 6, 6, 6, prolongements protoplasmiques de même nature que le corps de la cellule. — 7, long prolongement cylindraxe.

B. — 1, noyau de la cellule. — 2, 2, ses leucytes. — 3, ses chromoleucytes formant un seul groupe. — 4, 4, 4, 4, ses prolongements protoplasmiques. — 5, son prolongement cylindraxe.

noire. Ils se rassemblent en groupe, lequel est ordinairement unique, souvent double, et se continue sans ligne de démarcation avec la masse des leucytes incolores. Ils n'affectent aucun siège constant, et se trouvent le plus habituellement rejetés sur un point compris entre le noyau et la surface de la cellule; quelquefois ils recouvrent le noyau et le voilent alors plus ou moins complètement.

Ce n'est pas du reste seulement dans le corps de la cellule qu'on les rencontre; il en existe aussi, mais beaucoup plus rarement et même très exceptionnellement, sur les prolongements qui en naissent. Les chromologistes alors forment aussi un groupe, allongé, unique, tantôt très rapproché de la cellule, parfois assez éloigné de celle-ci.

Indépendamment de leurs prolongements ramifiés ou protoplasmiques, les cellules des cornes antérieures donnent naissance à un prolongement spécial, appelé *prolongement cylindraxe* et quelquefois *prolongement* de Deiters, du nom de l'anatomiste qui, le premier, l'a signalé et bien décrit. Ce prolongement, toujours unique et comparable en effet à un cylindraxe, est grêle, diaphane, sans aucune trace de structure; il est homogène sur toute l'étendue de son trajet, qui est très long. Mais, comme il est fragile, on ne le voit le plus souvent qu'à son point de départ. J'ai pu chez le cheval et le bœuf le suivre sur une grande longueur, et j'ai reconnu avec Deiters qu'il reste indivis. Pour la plupart des histologistes, il diminuerait de diamètre en s'éloignant de la cellule, et augmenterait ensuite de volume, par suite de l'apparition d'une gaine de myéline qui deviendrait de plus en plus épaisse. Il ne m'a pas été donné de voir cette diminution et cet accroissement progressif; j'ai vainement cherché le sommet de ces deux cônes, sommet au niveau duquel s'effectuerait en général la rupture du cylindraxe.

Sur le bœuf et le cheval ce prolongement poursuit son trajet sans varier de volume; et, bien que j'aie pu le suivre quelquefois très loin, je n'ai vu apparaître aucune trace de myéline; je suis loin de contester cependant son existence sur le trajet ultérieur du prolongement; je tiens seulement à établir que le dépôt de myéline ne s'effectue qu'à une distance assez grande de la cellule. En s'entourant d'une gaine médullaire, le cylindraxe, d'après Deiters et ses nombreux partisans, donnerait naissance à la substance blanche, dont il serait l'unique origine. Nous reviendrons plus loin sur cette opinion.

En quoi le prolongement cylindraxe diffère-t-il des prolongements protoplasmiques? Il en diffère par sa composition plus simple. Ceux-ci sont formés de deux éléments, c'est-à-dire de leucytes unis entre eux par le protoplasme. Le prolongement cylindraxe est dépourvu de leucytes. Il est donc constitué uniquement par le protoplasme, dont il revêt tous les caractères: mollesse, fragilité, transparence, homogénéité.

2° *Tubes nerveux des cornes antérieures de la moelle.* — Aux cellules, éléments actifs des cornes antérieures, s'ajoutent dans toute leur épaisseur d'innombrables tubes nerveux. Ces tubes n'affectent aucune direction déterminée; ils se croisent dans tous les sens et diffèrent beaucoup de diamètre. Quelques-uns sont très volumineux et d'autres extrêmement déliés; entre ceux-ci et les précédents se rangent une longue série de tubes intermédiaires. Chacun représente un cylindraxe. Ces détails préliminaires établis, deux questions s'imposent à notre examen : d'où viennent ces tubes et où vont-ils?

Les uns, bien évidemment, viennent des cellules et les autres de la substance blanche. Les tubes qui naissent des cellules nous sont connus; ils se divisent en deux ordres : les prolongements protoplasmiques ou tubes ramifiés et les prolongements cylindraxes ou tubes indivis. Les premiers, si volumineux à leur point de départ, se divisent en tubes de plus en plus ténus. Leurs dernières ramifications sont encore inconnues; nous ne possédons sur ce point qu'une vaste collection d'hypothèses et d'opinions disparates que les manuels énumèrent avec complaisance, mais sur lesquelles nous ne croyons pas devoir arrêter notre attention, ces opinions étant de simples vues spéculatives ou des erreurs microscopiques que rien ne justifie. Nous dirons seulement que pour la plupart des auteurs les prolongements protoplasmiques se termineraient par un réseau d'une grande ténuité. En s'exprimant ainsi, ils semblent avoir confondu ce réseau avec le tissu conjonctif environnant, essentiellement composé de fibrilles s'entre-croisant et offrant en effet l'aspect d'un réseau.

Les prolongements cylindraxes, pour la majorité des observateurs, ne se divisent pas et vont se continuer avec les tubes nerveux de la substance blanche dont ils représentent l'une des origines. Pour quelques-uns, parmi lesquels je dois citer Golzi, ils se ramifieraient aussi et se termineraient également par un réseau; mais cette opinion ne repose sur aucun fait d'observation.

Aux tubes nerveux émanés des cellules ou tubes intrinsèques se mêlent d'autres tubes provenant des cordons antérieurs de la moelle et se dirigeant vers la commissure blanche, ou de cette commissure vers les cordons antéro-latéraux.

Après avoir exposé les principales données de l'observation, il nous sera permis aussi de consulter l'anatomie rationnelle que les anciens appelaient si souvent à leur aide, étant privés des moyens techniques que nous possédons aujourd'hui. Or nous avons vu, en étudiant le système musculaire de la vie organique, qu'il est soumis à la grande loi des actions réflexes. Les impressions parties des viscères sont transmises aux cellules postérieures de la moelle par les nerfs sensitifs; de celles-ci

elles arrivent aux cellules antérieures par des nerfs jouant le rôle d'anastomoses; et enfin elles sont pour ainsi dire réfléchies par ces cellules antérieures et transmises par les nerfs moteurs aux muscles lisses. L'anatomie rationnelle nous autorise donc à admettre dans les cornes antérieures des tubes nerveux venus des cornes postérieures et des tubes nerveux qui en partent pour se rendre aux muscles des principaux viscères. Ces tubes sensitifs, anastomotiques et moteurs forment une chaîne qui passe par les cellules de la moelle et qui unit étroitement le système nerveux de la vie organique au système nerveux de la vie animale, en laissant cependant à chacun d'eux son indépendance.

b. Cornes postérieures. — Vues sur une coupe transversale, les cornes postérieures sont étroites et assez longues pour se prolonger jusqu'au point d'émergence des racines postérieures. Elles sont en rapport, en dedans, avec ces racines et en dehors avec les cordons latéraux. Par leur extrémité antérieure, elles se continuent avec la commissure grise; leur extrémité postérieure est coiffée d'une substance molle, de teinte moins foncée, désignée par Rolando et la plupart des auteurs sous le nom de *substance gélatineuse*. Sur la plus grande partie de leur étendue elles offrent une couleur d'un gris cendré qui ne diffère pas de celle des cornes antérieures. Comme celles-ci elles sont formées de cellules, de tubes nerveux et d'éléments accessoires représentés surtout par une trame de tissu conjonctif.

Ces cellules sont moins nombreuses que celles des cornes antérieures: elles sont surtout beaucoup plus petites. La plupart sont bipolaires.

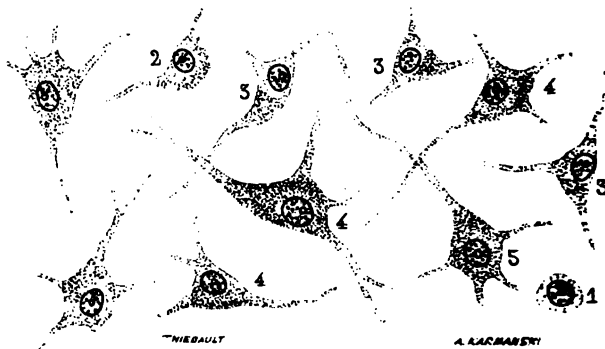


FIG. 127. — Cellules des cornes postérieures de la moelle épinière du cheval.

1, cellule apolaire. — 2, cellule bipolaire. — 3, 3, 3, cellules tripolaires. — 4, 4, 4, cellules desquelles partent quatre prolongements. — 5, 5, cellules à cinq prolongements, tous de nature protoplasmique.

quelques-unes seulement présentent trois ou quatre prolongements, rarement cinq. Elles contiennent un noyau pourvu d'un nucléole et une masse protoplasmique dans laquelle se voient d'abondants leucytes. Parmi ceux-ci on n'observe pas de chromoleucytes; tous sont incolores ou d'une teinte jaune paille uniforme.

Les prolongements nés des cornes postérieures se composent de protoplasme et de leucytes comme le corps de la cellule. Celle-ci ne donne naissance à aucun cylindraxe. Quelques auteurs affirment cependant l'existence de ce prolongement; je l'ai toujours vainement cherché; et je crains qu'ils n'aient été dirigés dans leur recherche par le désir de généraliser la théorie de Deiters.

Les tubes nerveux répandus en grand nombre dans l'épaisseur de ces cornes sont moins apparents que ceux des cornes antérieures. Leur étude encore très incomplète exige de nouvelles recherches.

c. Colonne de Clarke. — Cette colonne, qui se présente sur les coupes sous la figure d'un noyau circulaire, est située au niveau de la commissure grise, au point de fusion de celle-ci avec les cornes postérieures. Sa structure diffère peu de celle des cornes antérieures. Elle contient aussi de grandes cellules étoilées, ou multipolaires, parmi lesquelles on remarque cependant quelques rares cellules unipolaires et bipolaires. On peut la considérer comme une dépendance ou une annexe de ces cornes, annexe qui serait limitée à la portion dorsale de la substance grise.

d. Commissures de la moelle. — Ces commissures, distinguées en antérieure ou blanche et postérieure ou grise, varient dans leur épaisseur relative selon qu'on considère leur moitié supérieure ou inférieure. Supérieurement la commissure blanche est plus épaisse que la postérieure; inférieurement c'est une disposition inverse qu'on observe.

La commissure blanche relie entre eux les deux cordons antéro-internes. Elle est formée de fibres transversales qui s'entre-croisent sur toute sa longueur. Sur les coupes minces on voit très bien cet entre-croisement.

La commissure grise, située au fond du sillon médian postérieur, est beaucoup plus compliquée que la précédente. Comme les autres parties de la substance grise, elle comprend dans sa composition des cellules, des tubes nerveux, et une substance conjonctive qui unit ces deux éléments. Les cellules sont petites et bipolaires ou tripolaires. Leurs prolongements se dirigent vers les parties latérales de la moelle en s'entre-croisant. Parmi les tubes, qui appartiennent tous à la classe des cylindraxes, les plus nombreux sont postérieurs au canal central; quelques-uns seulement passent en avant, disposition qui a porté

plusieurs anatomistes à admettre deux commissures grises. Cette opinion n'a pu prévaloir, reposant sur une base insuffisante.

Les deux commissures sont étroitement unies sur toute leur longueur, de même que l'axe gris des deux moitiés de la moelle est uni aussi par les liens les plus intimes à la substance médullaire qui l'entoure.

e. Canal central. — Ce canal est situé dans la partie antérieure de la commissure grise. Il répond en avant à la commissure blanche dont quelques tubes nerveux seulement le séparent. Très considérable au début de l'évolution de la moelle, son calibre se réduit de plus en plus, en sorte que chez l'adulte il varie de 1 à 2 dixièmes de millimètre. Sa forme est cylindrique.

Les parois du canal sont tapissées par un épithélium cylindrique à cils vibratiles. Les cellules qui forment cet épithélium sont étroites et longues. Au-dessous de cette première couche, on en trouve une seconde relativement mince dans laquelle se prolonge l'extrémité profonde des cellules vibratiles. Autour de ces prolongements existent des noyaux qui sont très probablement les rudiments de jeunes cellules, en sorte que cette seconde couche n'est en réalité qu'une dépendance de la première. Plus profondément se présente une troisième couche, très épaisse : c'est la couche gélatineuse centrale de Rolando, plus connue sous le nom d'*épendyme*. Elle est formée par une substance conjonctive, composée surtout de très minimes fibrilles qui s'entrecroisent.

Autour de cette dernière couche, on voit les cellules et les tubes nerveux de la commissure grise.

B. — Substance blanche de la moelle.

Sur les coupes transversales de la moelle on voit quatre larges échancrures limitées par la substance grise : une antérieure, deux latérales et une postérieure. La première contient les deux cordons antérieurs, séparés l'un de l'autre par le sillon médian. Aux échancrures latérales correspondent les cordons latéraux. Dans la quatrième sont logés les deux cordons postérieurs, séparés par le sillon médian. La substance blanche entoure donc de tous côtés la colonne grise centrale ; elle lui adhère de la manière la plus intime. En avant et en arrière, la ligne de démarcation est très nette. Sur les côtés, les deux substances au contraire tendent à s'entremêler, et se mélangent en réalité ; elles se pénètrent réciproquement.

Les six cordons de la moelle se comportent différemment dans leur trajet. Les deux cordons antérieurs ou cordons moteurs sont formés de

fibres longitudinales pour la plupart ; quelques-unes sont obliques et d'autres transversales. Parmi ces fibres, les plus rapprochées de la commissure blanche s'inclinent en dedans, puis deviennent horizontales en pénétrant dans cette commissure, et s'entre-croisent alors, en sorte que celles du cordon droit passent à gauche, et celles du cordon gauche à droite : ce sont ces fibres entre-croisées qui la constituent. Les cordons antérieurs se trouvent ainsi étroitement unis l'un à l'autre sur toute leur longueur. Il résulte d'un tel mode d'union que ces cordons, arrivés à l'extrémité supérieure de la moelle, n'occupent plus leur situation primitive ; celui du côté droit est à gauche, et celui du côté gauche à droite. Nous entrevoyons ainsi une première cause de l'entre-croisement des paralysies qui succèdent aux lésions graves de l'encéphale. Plus loin, nous verrons que les cordons latéraux et les cordons postérieurs s'entre-croisent aussi, mais seulement au moment où ils passent de la moelle dans le bulbe rachidien. L'entre-croisement jusqu'ici partiel sera donc complet un peu plus haut, et viendra nous expliquer le mécanisme des hémiparésies presque toujours situées du côté opposé à celui des causes qui les déterminent.

Les cordons latéraux, plus volumineux que les antérieurs, occupent

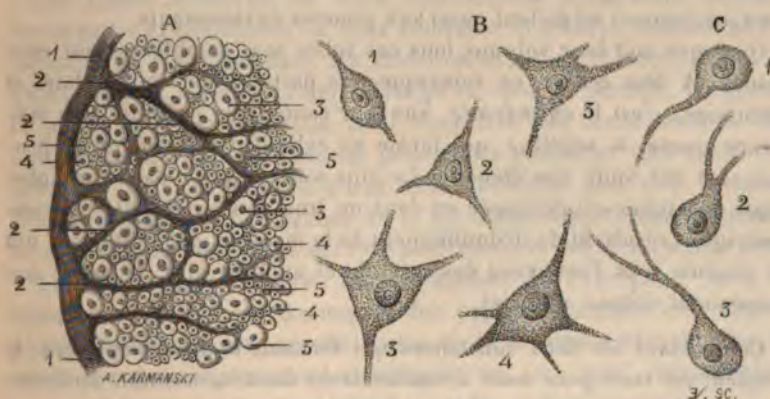


FIG. 128. — Coupe de la substance blanche de la moelle épinière de l'homme ; cellules des cornes antérieures. (Préparation de M. Mathias Duval.)

A. Coupe de la substance blanche. — 1, 1, pie-mère spinale. — 2, 2, 2, 2, prolongements en forme de cloisons qui naissent de sa face profonde. — 3, 3, 3, tubes larges. — 4, 4, 4, tubes de moyen diamètre. — 5, 5, 5, tubes fins.

B. Cellules des cornes antérieures. — 1, cellule bipolaire. — 2, cellule tripolaire. — 3, 3, cellules quadripolaires. — 4, cellule quintipolaire.

C. Cellules de la colonne de Clarke. — Indépendamment des cellules multipolaires très nombreuses, on rencontre dans cette colonne quelques cellules unipolaires. — 1, cellule unipolaire dont le prolongement ne se divise pas. — 2, cellule unipolaire dont le prolongement se divise. — 3, cellule semblable.

les échancrures latérales de la substance grise. Ils s'étendent des racines antérieures aux postérieures, et, dans le sens transversal de la périphérie de la moelle à la colonne de Clarke. Ils semblent formés presque uniquement de fibres longitudinales, mais contiennent aussi très probablement des fibres obliques.

Les cordons postérieurs, limités en dehors par les cornes postérieures de la substance grise et les racines qui en partent, s'étendent en dedans jusqu'au sillon qui les sépare. Supérieurement on remarque sur ces cordons un sillon très superficiel et très rapproché du sillon médian. Entre ces deux sillons se trouve ainsi un très mince faisceau appelé *cordon* de Goll; mais ce faisceau, limité à la portion cervicale de la moelle, ne diffère pas des autres faisceaux du même cordon et n'offre pas l'importance que lui attachent quelques auteurs.

Les cordons de la moelle sont formés de fibres ou tubes nerveux. Pour en prendre connaissance, il faut les étudier sur des coupes transversales. Le premier fait qui frappe alors les regards de l'observateur est relatif à la grande inégalité de leur volume. Quelques-uns de ces tubes sont très volumineux, d'autres sont plus petits, et d'autres d'une extrême ténuité. Ils se mélangent sans ordre; et, s'ils forment des groupes, ceux-ci se mêlent aussi aux groupes environnants.

Quel que soit leur volume, tous ces tubes sont semblablement constitués. A leur centre, on remarque une partie d'une teinte claire et circulaire: c'est le *cylindraxe*. Sur leur contour se présente une substance grasse, la *myéline*, qui forme au cylindraxe une gaine se prolongeant sur toute son étendue. Le plus souvent cette partie périphérique des tubes est découpée en deux ou trois zones parallèles et concentriques résultant du dédoublement de la myéline, dédoublement qui se produit sous l'influence des réactifs, et qui doit être considéré par conséquent comme artificiel.

Connaissant les deux substances qui forment la moelle épinière, le moment est venu pour nous d'étudier leurs connexions, afin de déterminer la part que chacune d'elles prend à la constitution de cet organe. problème difficile à résoudre, et insoluble même dans l'état actuel de la science. L'observation et les réactifs nous abandonnant à nos propres forces, consultons l'anatomie rationnelle.

Les tubes nerveux qui forment la substance blanche peuvent être divisés, d'après leur direction, en tubes longitudinaux, tubes obliques, tubes horizontaux.

D'où viennent les fibres longitudinales qui constituent essentiellement les cordons de la moelle et qui avaient porté les anciens à la considérer comme un seul faisceau représentant le principal ou le plus gros nerf de l'économie? Ces fibres émanent de deux sources: les unes ou fibres

motrices viennent de l'encéphale et ne font que traverser la moelle pour se rendre dans les muscles. Les autres ou fibres sensibles, prenant naissance dans nos divers organes et parcourant la moelle en sens inverse, se rendent aussi dans les hémisphères cérébraux.

Les premières ou fibres motrices, fibres des cordons antéro-latéraux, partent manifestement de cerveau, et bien manifestement aussi elles ne font que traverser la moelle pour se rendre à leur destination ; car cet organe remplit deux grandes fonctions : il joue le rôle d'organe conducteur et possède une action qui lui est propre. La physiologie expérimentale a depuis longtemps démontré son rôle conducteur. Lorsqu'on soumet à des excitations énergiques les cordons antéro-latéraux, on voit aussitôt se produire des contractions musculaires. Si on les coupe, tous les muscles situés au-dessous ou en arrière de la solution de continuité sont paralysés. Ces cordons sont donc conducteurs des incitations motrices venues de l'encéphale ; ils se prolongent par une de leurs extrémités jusque dans les circonvolutions, et par l'autre jusque dans les nerfs et les muscles. L'énorme prédominance de leur volume est en rapport avec l'importance et les grandes dimensions du système musculaire de la vie animale.

Les fibres sensibles, ou fibres des cordons postérieurs, naissent des organes et cheminent en sens contraire des fibres motrices ; elles viennent se terminer dans les circonvolutions cérébrales. Pour ces fibres aussi la moelle épinière n'est qu'un lieu de passage. Ici encore la physiologie expérimentale vient compléter nos connaissances. Elle nous enseigne que les cordons postérieurs possèdent une sensibilité obtuse et les cornes postérieures une sensibilité plus vive. Les impressions faites sur les organes de la vie animale sont donc transmises au cerveau à la fois par les cordons postérieurs et par la substance grise.

Les fibres longitudinales qui rayonnent de l'encéphale vers les muscles, et celles qui convergent des organes sensibles vers l'encéphale, formant la plus grande partie de la substance blanche, les six cordons réunis représentent réellement un gros nerf, comparable à ceux qui forment la partie périphérique du système nerveux.

Cette conclusion suppose que les fibres motrices ou descendantes se continuent avec les racines antérieures, et les fibres sensibles ou ascendantes avec les racines postérieures. Elle est pleinement confirmée par la physiologie ; car elle nous montre que les racines antérieures et les cordons antéro-latéraux possèdent les mêmes propriétés, et que les racines postérieures et les cordons postérieurs possèdent aussi des propriétés semblables. Mais l'anatomie ne semble pas la justifier ; car on ne voit pas les fibres longitudinales antérieures se continuer avec les racines correspondantes, et moins encore les fibres longitudinales postérieures se continuer avec les racines du même

nom. Ici l'anatomie et la physiologie se trouvent en complète opposition. Les deux ordres de racines semblent bien plutôt se continuer avec la substance grise. Le mode de connexion de ces fibres avec les racines est donc un problème qui reste à résoudre.

Quant aux fibres horizontales et obliques, elles paraissent émaner des cellules. La physiologie est favorable à cette opinion. La moelle en effet est un centre excito-moteur; elle possède une action qui lui est propre et en vertu de laquelle elle exerce sur toutes les fonctions de la vie organique une influence considérable. Cette influence, elle l'exerce par l'intermédiaire de ses cellules et des nerfs qui s'y rendent et qui en partent; elle est le centre principal des actions réflexes; elle est douée, en d'autres termes, de la propriété de transformer les impressions sensibles en mouvements sans la participation de la volonté.

Les nerfs inhérents à la substance grise peuvent être distingués en deux principaux ordres. Dans le premier il faut ranger ceux qui font suite aux prolongements cylindraxes et dans le second ceux qui succèdent aux prolongements protoplasmiques. Remarquons en effet que les nerfs partis des cylindraxes sont peu nombreux, beaucoup moins nombreux que les tubes des trois cordons, et qu'ils sont insuffisants pour expliquer le volume si considérable de ceux-ci, même en défalquant les tubes nerveux qui ne semblent pas avoir de connexions avec la substance grise et qui ne font que traverser la moelle. Il faut donc admettre qu'aux nerfs continuant les cylindraxes viennent s'ajouter d'autres nerfs en continuité avec les prolongements protoplasmiques. Dans toutes mes préparations j'ai pu constater en effet que ces prolongements, après avoir parcouru un trajet variable, se transforment en véritables cylindraxes et que parmi ceux-ci il en est qui présentent un volume considérable (fig. 151, A, 7, 7).

Si les cylindraxes qui dépendent des prolongements de Deiters donnent naissance à des nerfs à myéline, il n'y a donc aucune raison pour ne pas admettre que les précédents se comportent de même.

Entre les uns et les autres il n'y a en réalité qu'une seule différence: dans les premiers, les leucytes font défaut dès leur point d'émergence; dans les seconds, ils ne disparaissent qu'après un trajet de longueur variable. Nous pouvons donc considérer tous les prolongements cellulaires comme le point de départ d'autant de tubes nerveux. Ces tubes affectent les directions les plus variées. Quelques-uns s'étendent des cellules postérieures aux antérieures et jouent à leur égard le rôle d'anastomoses; d'autres traversent les commissures et relient la moitié gauche à la moitié droite de la moelle.

Reconnaissons en résumé combien nos connaissances sur la structure intime de la moelle restent incomplètes et mal assises; reconnaissons que les connexions si importantes de ses divers éléments

nous sont encore presque inconnues, et ajoutons que notre ignorance si regrettable doit être imputée beaucoup moins à la sagacité des auteurs qu'aux difficultés et aux mystères presque insondables d'un sujet si ténébreux.

C. — **Parties accessoires de la moelle épinière.**

Tissu conjonctif et vaisseaux sanguins, telles sont les parties accessoires qui entourent et protègent les éléments nerveux de la moelle.

a. Tissu conjonctif. — Il est peu de tissus sur lesquels les histologistes aient autant varié d'opinion, et aujourd'hui encore la controverse n'est pas moins grande. En Allemagne, on le désigne sous le nom de *névroglie*. N'en connaissant pas la nature, on s'est tiré d'embarras en lui imposant une qualification qui ne le définit pas et qui laisse toute liberté à chacun de dire ce qu'il en pense. Pour ma part, je repousse cette dénomination, qui nous laisse dans une complète ignorance sur sa nature et ses propriétés.

Constatons cependant que la plupart des auteurs, même en Allemagne, inclinent à considérer la névroglie comme du tissu conjonctif. Kolliker a même nettement formulé cette opinion, qui est sans contredit la mieux fondée, mais à l'appui de laquelle il n'apporte pas d'arguments sans réplique, la constitution intime de ce tissu ne lui étant pas connue. Ce mode réel de constitution, je l'ai exposé précédemment avec tous les développements et toutes les preuves qui fixent définitivement la science sur ce point.

Nous avons vu que ce tissu est essentiellement composé de granules arrondis, reliés entre eux par une substance amorphe. Ces granules sont disposés en séries linéaires, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal, d'où l'aspect fibroïde des faisceaux et leur aspect strié, nettement caractérisé. J'ai fait connaître le procédé qui le met en pleine lumière. Je rappelle qu'il consiste à immerger pendant dix à douze jours la peau ou tout autre organe dans la liqueur de Muller, et à la soumettre ensuite à l'ébullition dans une solution composée de neuf parties d'acide chlorhydrique au 10^e et d'une partie d'acide acétique ordinaire. Après deux ou trois minutes d'ébullition la préparation est terminée : on détache de la peau une minime partie du tissu conjonctif sous-jacent; on la recouvre d'une goutte d'acide chromique au 300^e, et en l'examinant à un grossissement de 200 à 300 diamètres on voit aussitôt et très nettement les faisceaux et les fibrilles du tissu conjonctif reconnaissable aux caractères sus-énoncés.

Ce même procédé, je l'ai appliqué à la moelle épinière et à toutes les parties de l'axe cérébro-spinal. Il m'a donné les mêmes résultats. J'ai

parfaitement bien vu les fibrilles avec leurs granules, se croisant et s'enchevêtrant dans tous les sens. Les faisceaux sont très petits, plus difficiles à isoler, et par suite moins évidents que dans les autres organes, mais distincts cependant. Pour l'observateur qui possède une notion vraie et complète du tissu conjonctif, aucun doute ne reste dans son esprit après l'examen des préparations faites selon le procédé que je viens de rappeler. A l'aide des réactifs dilués on peut reconnaître aussi ce tissu lorsque déjà on en possède une saine notion.

Le tissu conjonctif de la moelle et de toutes les autres parties du centre nerveux provient de la pie-mère. Sur le prolongement médullaire il se détache de la face profonde de cette membrane sous la forme de lames et lamelles qui se dirigent de la périphérie de la substance blanche vers les parties profondes et qui divisent cette substance en prismes triangulaires à sommets convergents. Dans leur trajet les lames et lamelles se divisent, s'unissent et finissent par se transformer en un réseau de petits fascicules et de fibrilles qui enlacent les tubes nerveux, et qui les soutiennent, en les fixant dans leur situation relative. Arrivées sur les limites de la substance grise, les fibrilles conjonctives pénètrent dans son épaisseur en cheminant dans toutes les directions.

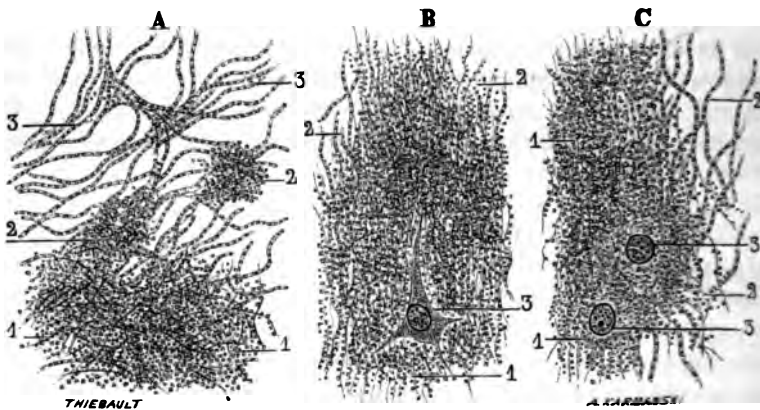


FIG. 129. — Tissu conjonctif de la moelle épinière et de l'encéphale.

A. *Tissu conjonctif de la moelle épinière.* — 1, 1, ce tissu sous sa forme condensée. — 2, 2, deux parties dans chacune desquelles on entrevoyait une cellule de tissu conjonctif, qui se trouve ici recouverte par les granules. — 3, 3, fibrilles composées de granules reliés par une substance amorphe.

B. *Tissu conjonctif des circonvolutions du cerveau.* — 1, granules de ce tissu. — 2, 2, fibrilles granuleuses. — 3, une cellule nerveuse quadripolaire avec son noyau.

C. *Tissu conjonctif du cervelet.* — 1, 1, granules et substance amorphe qui le composent. — 2, 2, fibrilles granuleuses dissociées. — 3, 3, cellules nerveuses de la substance grise.

Elles entourent et immobilisent ainsi les éléments nerveux si nombreux qui en représentent l'élément essentiel.

Dans ce tissu on observe aussi des cellules de nature conjonctive, que Kolliker le premier a bien vues et bien distinguées des cellules nerveuses. Elles sont étoilées, très petites pour la plupart, et assez difficiles à bien mettre en évidence.

Le tissu conjonctif de la moelle épinière est d'autant plus important à connaître qu'il devient le siège assez fréquent d'altérations graves, et particulièrement de la sclérose.

b. Vaisseaux sanguins. — La moelle épinière est extrêmement riche en vaisseaux. On les voit serpenter en grand nombre à sa surface, et former dans toute son épaisseur des réseaux compliqués.

Les artères peuvent être distinguées en médianes, radiculaires et fasciculaires. — Les médianes antérieures pénètrent dans le sillon médian en cheminant entre les deux feuillets du repli qui remplit ce sillon. Dans leur trajet elles abandonnent de chaque côté de minimes ramifications destinées aux cordons antérieurs. Leurs principales divisions arrivent jusqu'à la commissure blanche où elles divergent pour aller se perdre dans ces mêmes cordons et surtout dans les cornes antérieures. — Les médianes postérieures, plus grêles et beaucoup moins nombreuses, sont contenues dans l'unique feuillet qui sépare les cordons sensitifs. Elles se terminent par des capillaires qui se répandent soit dans ces cordons, soit dans les cornes voisines.

Les artères radiculaires entourent les racines des nerfs, leur donnent de fines ramifications et plongent ensuite soit dans le sillon collatéral des nerfs moteurs, soit dans le sillon collatéral des nerfs sensitifs. Chemin faisant, elles se ramifient dans les six cordons de la moelle.

Les artères fasciculaires recouvrent de leurs premières divisions ces six cordons, puis pénètrent dans leur épaisseur en accompagnant les lames et lamelles de la pie-mère, et se distribuent par les capillaires qui les terminent d'abord dans la substance blanche, et plus profondément dans la colonne grise centrale.

Les veines sont moins connues que les artères dont elles ne suivent pas le trajet. Celles qui naissent de la substance grise donnent naissance à deux troncs longitudinaux, situés à droite et à gauche du canal central. Sur les coupes transversales on les reconnaît facilement à leur calibre assez considérable. Les autres veines cheminent du centre vers la périphérie en suivant les cloisons de la pie-mère; elles augmentent progressivement de volume et se répandent à leur sortie dans la pie-mère spinale où elles sont nombreuses. Elles forment alors un réseau très manifeste qui se superpose au réseau artériel et qui est plus développé sur la face postérieure que sur la face antérieure de la moelle.

Il n'existe ni sur la moelle, ni sur les autres parties du système nerveux aucune trace de vaisseaux lymphatiques.

§ 2. — DÉVELOPPEMENT DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Nous avons vu comment le pronucléus mâle s'unit au pronucléus femelle pour former le noyau vitellin. Ce noyau et toute la masse vitelline qui l'entoure ne tardent pas à se diviser et subdiviser ; il devient le point de départ du grand phénomène de la segmentation, qui a pour effet définitif de le transformer en une multitude de cellules plus petites au centre, plus grosses à la périphérie. Ces cellules en se multipliant et se juxtaposant forment bientôt trois couches qui constituent le *blastoderme*. La plus superficielle de ces couches ou l'*ectoderme* se compose de cellules cylindriques ; la seconde ou le *mésoderme*, de cellules arrondies ; la dernière ou *endoderme*, de cellules fusiformes plates disposées sur un seul et même plan.

Cette couche profonde ne se modifie que très tardivement ; mais les deux autres se creusent sur le plan médian d'une dépression longitudinale : c'est le *sillon* ou la *gouttière médullaire*, premier vestige de l'embryon et de l'axe cérébro-spinal.

De chaque côté du sillon médullaire le feuillet moyen ou *mésoderme* s'épaissit progressivement. Le sillon augmente ainsi très rapidement de profondeur et ses parties latérales prennent alors le nom de *lames médullaires* ou *lames dorsales*. Le feuillet superficiel descend dans la gouttière, en tapisse la partie profonde, puis remonte du côté opposé pour aller se continuer avec l'épiderme ; il forme les *lames cornées* ou lames épidermiques.

Les lames médullaires, d'abord inclinées en dehors, se renversent en dedans à mesure qu'elles se développent. Elles tendent donc à se rapprocher par leurs bords, et bientôt en effet elles arrivent au contact,

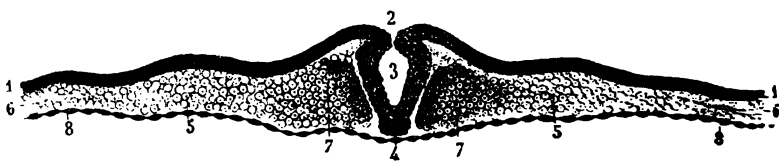


FIG. 130. — Coupe du sillon médullaire. (Préparation de M. Mathias Duval.)

1, 1, ectoderme ou feuillet externe. — 2, les deux bords du sillon médullaire très rapprochés et sur le point de se souder. — 3, gouttière médullaire presque fermée. — 4, corde dorsale. — 5, mésoderme ou feuillet moyen composé de cellules arrondies. — 6, 6, premier vestige de son dédoublement. — 7, 7, vestiges des deux premiers protovertèbres. — 8, endoderme ou feuillet interne, composé de cellules fusiformes.

puis se soudent l'une à l'autre. Ainsi s'opère la transformation de la gouttière médullaire en un véritable canal, qui sera le canal central de la moelle épinière.

Lorsque ce canal se ferme en arrière, les lames médullaires et les lames cornées se trouvent un instant confondues. Mais au point de fusion on voit bientôt les premières se séparer des secondes pour clore hermétiquement le canal et celles-ci s'isoler des précédentes en passant de l'un à l'autre côté.

Dès que le canal central de la moelle est fermé en arrière sur toute sa longueur, les cellules qui occupent le centre de chacune des moitiés de la moelle se transforment en substance grise. Sur les coupes horizontales et transversales, on remarque alors deux renflements de chaque côté, lesquels correspondent à deux colonnes dont l'une représente les cornes antérieures et l'autre les cornes postérieures. Les cellules périphériques se transforment en substance blanche; mais les tubes nerveux très probablement existaient déjà à l'état de cylindrax, lesquels s'entourent alors de myéline.

Les cordons antérieurs se montrent les premiers; viennent ensuite les cordons postérieurs; puis les cordons latéraux. Les cellules profondes forment l'épithélium cylindrique du canal médullaire. Pendant que ces cordons se développent, les deux moitiés de la moelle se rapprochent par leur partie moyenne, se soudent et donnent naissance à la commissure antérieure. Le canal primitif se trouve ainsi divisé en deux canaux secondaires, l'un antérieur qui persistera et qui formera le canal de la moelle, l'autre postérieur qui ne tarde pas à disparaître.

Un peu plus tard, les deux moitiés antérieures de la moelle font saillie à droite et à gauche du sillon médian, et, à mesure qu'elles se développent, ce sillon augmente de profondeur. Le sillon médian postérieur, selon M. Mathias Duval, se constitue par le même mécanisme.

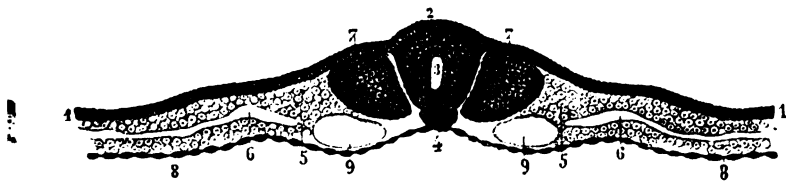


FIG. 131. — Coupe du canal médullaire. (Préparation de M. Mathias Duval.)

1, 1, ectoderme. — 2, ce même feuillet passant sur la moelle épinière, dont il est devenu indépendant. — 3, canal de la moelle épinière, dont les parois sont formées de cellules cylindriques rayonnées. — 4, corde dorsale. — 5, 5, feuillet moyen. — 6, 6, cavité pleuro-péritonéale, résultant du dédoublement de ce feuillet. — 7, 7, protovertèbres. — 8, 8, feuillet interne. — 9, 9, aortes primitives.

Il n'existe ni sur la moelle, ni sur les autres parties du système nerveux aucune trace de vaisseaux lymphatiques.

§ 2. — DÉVELOPPEMENT DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Nous avons vu comment le pronucléus mâle s'unit au pronucléus femelle pour former le noyau vitellin. Ce noyau et toute la masse vitelline qui l'entoure ne tardent pas à se diviser et subdiviser; il devient le point de départ du grand phénomène de la segmentation, qui a pour effet définitif de le transformer en une multitude de cellules plus petites au centre, plus grosses à la périphérie. Ces cellules en se multipliant et se juxtaposant forment bientôt trois couches qui constituent le *blastoderme*. La plus superficielle de ces couches ou l'*ectoderme* se compose de cellules cylindriques; la seconde ou le *mésoderme*, de cellules arrondies; la dernière ou *endoderme*, de cellules fusiformes plates disposées sur un seul et même plan.

Cette couche profonde ne se modifie que très tardivement; mais les deux autres se creusent sur le plan médian d'une dépression longitudinale: c'est le *sillon* ou la *gouttière médullaire*, premier vestige de l'embryon et de l'axe cérébro-spinal.

De chaque côté du sillon médullaire le feuillet moyen ou *mésoderme* s'épaissit progressivement. Le sillon augmente ainsi très rapidement de profondeur et ses parties latérales prennent alors le nom de *lames médullaires* ou *lames dorsales*. Le feuillet superficiel descend dans la gouttière, en tapisse la partie profonde, puis remonte du côté opposé pour aller se continuer avec l'épiderme; il forme les *lames cornées* ou *lames épidermiques*.

Les lames médullaires, d'abord inclinées en dehors, se renversent en dedans à mesure qu'elles se développent. Elles tendent donc à se rapprocher par leurs bords, et bientôt en effet elles arrivent au contact.



FIG. 130. — Coupe du sillon médullaire. (Préparation de M. Mathias Duval.)

1, 1, ectoderme ou feuillet externe. — 2, les deux bords du sillon médullaire très rapprochés et sur le point de se souder. — 3, gouttière médullaire presque fermée. — 4, corde dorsale. — 5, mésoderme ou feuillet moyen composé de cellules arrondies. — 6, 6, premier vestige de son dédoublement. — 7, 7, vestiges des deux premiers protovertèbres. — 8, endoderme ou feuillet interne, composé de cellules fusiformes.

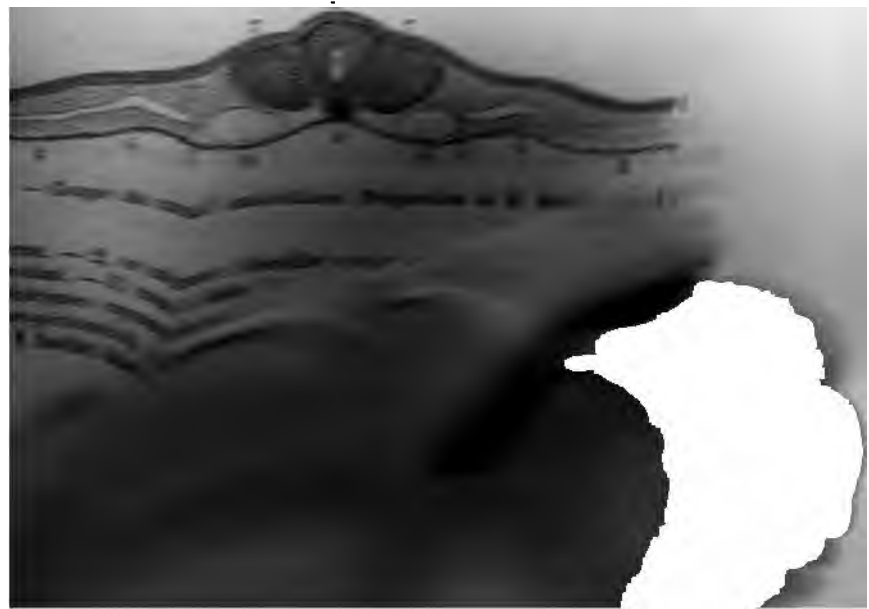
se soudent l'une à l'autre. Ainsi s'opère la transformation de la tige médullaire en un véritable canal, qui sera le canal central de la moelle épinière.

Quand ce canal se ferme en arrière, les lames médullaires et les cornes se trouvent un instant confondues. Mais au point de vue on voit bientôt les premières se séparer des secondes pour caractériser le canal et celles-ci s'isoler des précédentes en passant à l'autre côté.

Après que le canal central de la moelle est fermé en arrière sur toute sa longueur, les cellules qui occupent le centre de chacune des moitiés de moelle se transforment en substance grise. Sur les coupes horizontales et transversales, on remarque alors deux renflements de chaque côté qui correspondent à deux colonnes dont l'une représente les cornes antérieures et l'autre les cornes postérieures. Les cellules périphériques se transforment en substance blanche mais les tumeurs qui se développent à l'extérieur se trouvent à l'état de cyanoïdes, lesquelles sont alors le plus petites.

Après que les cornes antérieures et postérieures ont été formées, les cellules périphériques se transforment en substance grise médullaire. Pendant ce développement, les cellules qui sont situées dans le canal central se transforment en substance grise. Les cellules qui sont situées à l'extérieur se transforment en substance blanche. Le canal central de la moelle est fermé postérieurement et antérieurement.

Après que les cornes antérieures et postérieures ont été formées, les cellules périphériques se transforment en substance grise médullaire. Pendant ce développement, les cellules qui sont situées dans le canal central se transforment en substance grise. Les cellules qui sont situées à l'extérieur se transforment en substance blanche. Le canal central de la moelle est fermé postérieurement et antérieurement.



Procédés d'étude.

Deux procédés seulement sont applicables à l'étude de la moelle épinière : la méthode des coupes et la méthode des réactifs dilués.

Pour appliquer la première, on immerge des segments de moelle, d'abord dans la liqueur de Muller, ou les bichromates alcalins pendant plusieurs mois, ensuite dans la gomme ou le collodion pendant trente à trente-six heures, et finalement dans l'alcool absolu pendant une durée variant de deux à plusieurs semaines. Quelques auteurs se contentent de plonger les pièces dans l'alcool et ne les retirent que lorsqu'elles offrent une assez grande dureté pour se prêter à des coupes minces.

Les réactifs dilués à mettre en usage sont assez nombreux. L'acide chromique au 300° ou 400° est le meilleur, on peut l'employer seul ou l'associer à la potasse au 100°.

Le procédé que j'emploie avec le plus d'avantage est le suivant : je prends des moelles de bœuf ou de cheval, de cheval surtout, qu'on peut enlever soi-même dans un abattoir sur un canal rachidien longitudinalement divisé. On obtient ainsi des moelles fraîches, dont on détache la pie-mère et qu'on partage ensuite en segments courts pour les immerger dans l'acide chromique au 300° ou 400°. Après deux ou trois jours d'immersion je les retire et les laisse ensuite indéfiniment séjourner dans une solution composée de deux parties d'acide acétique au 100° et d'une partie de glycérine.

Si les particules détachées de la substance grise ne sont pas suffisamment transparentes au moment où on les soumet à l'examen microscopique, on dépose sur le bord de la lamelle qui les recouvre une goutte de potasse au 10° ou au 5°. Dans ces conditions j'ai toujours réussi à mettre en évidence les cellules des centres nerveux, et à les étudier dans toutes leurs variétés et tous leurs détails.

§ 3. — STRUCTURE DU BULBE RACHIDIEN.

Le bulbe rachidien, d'une longueur de 3 centimètres, est obliquement couché sur la gouttière basilaire. Il est limité à sa partie supérieure par un sillon demi-circulaire qui le sépare de la protubérance annulaire, et présente sur sa face antérieure un autre sillon longitudinalement dirigé.

Vu par sa partie postérieure, il se divise en deux parties bien différentes : l'inférieure, cylindrique, l'autre supérieure, excavée et triangulaire, et à former le plancher du quatrième ventricule.

Sur ses parties latérales se trouvent les olives, limitées en avant par les racines de l'hypoglosse, et en arrière par celles des nerfs pneumogastrique, glosso-pharyngien et spinal.

Pour l'étudier, il faut, à l'exemple de M. Mathias Duval, le diviser en coupes minces et sériées. En remontant des coupes inférieures aux supérieures on arrive à prendre une notion très nette et très satisfaisante de sa conformation intérieure et de sa structure.

Le bulbe rachidien prolonge la moelle épinière dont il a été considéré comme le couronnement. Toutes les parties qui contribuent à le former prennent part aussi à sa constitution. Mais à ces parties communes viennent s'ajouter des parties qui lui sont propres; de là son volume plus considérable et sa structure plus compliquée.

L'ordre que nous allons suivre dans son étude se trouve indiqué par ces considérations préliminaires. Nous nous occuperons d'abord des parties communes au bulbe et à la moelle; puis nous passerons en revue les parties surajoutées à celles-ci (1).

A. — Parties communes au bulbe et à la moelle.

Le bulbe comme la moelle se compose de substance grise et de substance blanche. Il est creusé aussi d'un canal qui en occupe le centre.

1° Substance grise du bulbe rachidien. — Sur sa moitié inférieure ou arrondie, la disposition que présente la substance grise rappelle celle de la moelle. Elle est creusée aussi d'un canal médian et central; mais ce canal n'est plus cylindrique; il s'allonge d'avant en arrière et devient elliptique. En s'élevant il se rapproche de plus en plus de la face postérieure du bulbe, puis s'ouvre dans l'angle inférieur du quatrième ventricule, lequel se continue avec le ventricule moyen et les ventricules latéraux, en sorte que les cavités encéphaliques représentent un prolongement du canal central de la moelle.

Les cornes antérieures se modifient dans leur forme. Elles s'effilent en avant et s'allongent en dehors, d'où l'existence d'une troisième corne ou *corne latérale* qui s'ajoute aux deux autres.

Inférieurement ces cornes antérieures sont échanquées d'abord, puis décapitées par les cordons latéraux qui s'entre-croisent pour passer de l'un à l'autre côté. Au-dessus de l'entre-croisement elles ne sont plus maintenues en arrière que par une partie de leur col ou pédicule, qui sur les coupes transversales le noyau d'origine des nerfs hypoglosses. Leur extrémité antérieure, en s'isolant, perd la netteté de ses

1° Cette nouvelle étude sur la structure du bulbe est le résultat de longues recherches qui nous sont communes à M. Mathias Duval et à moi. Le fait nouveau et original de cette étude est l'entre-croisement des cordons postérieurs.

contours; elle pâlit, se décompose en grains et granules et semble bientôt disparaître; mais en l'observant avec attention on peut constater qu'elle ne disparaît jamais entièrement; on en retrouve des débris sur toute la longueur du bulbe, débris constitués par les cellules multipolaires qui en font partie. Au moment de leur décapitation les cornes antérieures se déjetent en dehors; au niveau des olives elles s'écartent plus encore et prennent une direction transversale.

Les cornes postérieures sont déjetées aussi en dehors. Leur extrémité

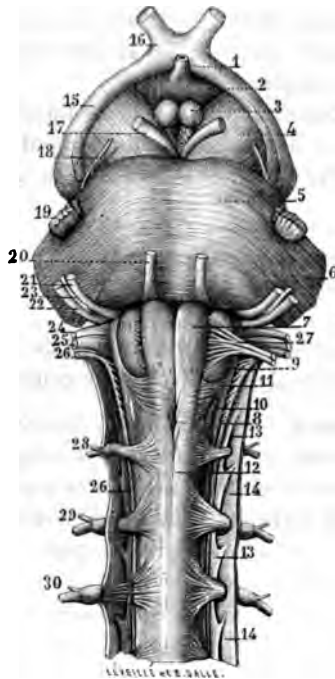


FIG. 132. — Bulbe rachidien et protubérance.

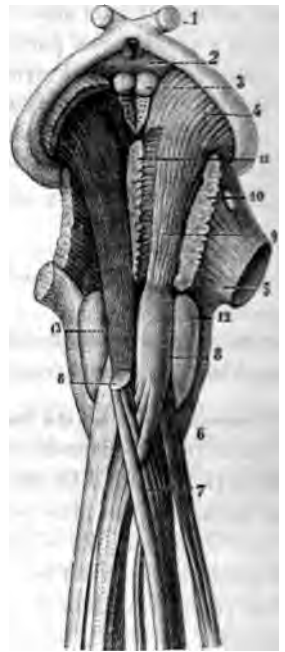


FIG. 133. — Entre-croisement des cordons latéraux.

FIG. 132. — 1, tige pituitaire. — 2, corps cendré. — 3, tubercules mamillaires. — 4, pédoncule cérébral. — 5, protubérance annulaire. — 6, pédoncules cérébelleux moyens. — 7, pyramides antérieures. — 8, entre-croisement de ces pyramides. — 9, corps olivaires. — 10, tubercule cendré de Rolando. — 11, fibres arciformes. — 12, extrémité supérieure de la moelle épinière. — 13, 13, ligament dentelé. — 14, 14, dure-mère rachidienne. — 15, bandelette des nerfs optiques. — 16, chiasma des nerfs optiques. — 17, nerf moteur oculaire commun. — 18, nerf pathétique. — 19, nerf trijumeau. — 20, nerf moteur oculaire externe. — 21, nerf facial. — 22, nerf acoustique. — 23, nerf de Wrisberg. — 24, nerf glosso-pharyngien. — 25, nerf pneumogastrique. — 26, 26, nerf spinal. — 27, nerf grand hypoglosse. — 28, première paire cervicale. — 29, deuxième paire cervicale. — 30, troisième paire cervicale.

FIG. 133. — 1, nerf optique. — 2, corps cendré et tige pituitaire. — 3, tubercules mamillaires. — 4, pédoncule cérébral gauche. — 5, pédoncule cérébelleux moyen.

libre ou gélatineuse est arrondie et plus grosse ; elle s'avance jusqu'à la surface du bulbe sur lequel elle fait une légère saillie, de teinte grisâtre, qui constitue le *tubercule cendré* de Rolando. De leur continuité avec la colonne centrale on voit naître les racines supérieures du premier nerf cervical. Sur un point un peu plus élevé du bulbe elles sont coupées par les cordons postérieurs de la moelle qui finissent par être décapitées aussi, pour s'entre-croiser également sur la ligne médiane, au-dessus des cordons latéraux, et qui se comportent à leur égard, par conséquent, comme ceux-ci à l'égard des cornes antérieures. Ainsi décapitées, elles ne sont plus représentées que par un dernier vestige affectant sur les coupes horizontales la forme d'un noyau. De ce vestige naissent les nerfs spinal, glosso-pharyngien et pneumogastrique.

L'extrémité externe ou gélatineuse de ces cornes devient le point de départ de la racine ascendante ou sensitive des nerfs trijumeaux. Sur les coupes transversales cette racine est représentée par des groupes de tubes perpendiculairement divisés, d'autant plus nombreux et plus gros que la coupe porte sur un point plus élevé.

En se prolongeant de la moelle dans le bulbe, la substance grise en résumé subit les modifications suivantes : sa partie médiane s'allonge d'avant en arrière ; les cornes antérieures se déjettent en dehors et sont décapitées par les cordons latéraux ; les cornes postérieures se déjettent en avant et sont décapitées par les cordons sensitifs. Ces cornes antérieures et postérieures, qui sur la moelle étaient très éloignées, se trouvent donc très rapprochées sur le bulbe. A mesure qu'elles s'élèvent, on les voit changer si notablement d'aspect, qu'on ne peut les reconnaître qu'en les suivant pas à pas, et en assistant pour ainsi dire à toutes les transformations qu'elles subissent.

2° Substance blanche du bulbe rachidien. — Les trois cordons de la moelle, en passant dans le bulbe, se déplacent et affectent dans son épaisseur une situation relative bien différente : les latéraux et postérieurs se portent en avant ; les antérieurs se portent en arrière.

En se déplaçant, les cordons latéraux rencontrent les cornes antérieures, coupent leur pédicule, s'entre-croisent sur le plan médian et

6, partie externe du cordon latéral gauche, qui ne participe pas à l'entre-croisement et qui se continue directement avec la pyramide de son côté, dont elle forme le bord externe. — **7**, les deux tiers internes du cordon latéral gauche, divisés en plusieurs faisceaux qui s'entre-croisent avec les faisceaux correspondants du côté opposé. — **8, 8**, pyramides antérieures ; celle du côté gauche est intacte ; celle du côté droit a été perpendiculairement incisée et détachée pour laisser voir dans toute sa largeur l'olive correspondante. — **9**, prolongement de la partie motrice de la pyramide gauche ; à droite on voit le prolongement de la portion sensitive. — **10**, coupe de la couche superficielle de la protubérance. — **11**, coupe de sa couche profonde, sous laquelle passe la portion sensitive des pyramides. — **12**, olive gauche. — **13**, olive droite.

montent ensuite verticalement; ils forment le faisceau superficiel ou moteur des pyramides antérieures.

Les cordons postérieurs rencontrent sur leur passage les cornes postérieures; ils coupent aussi leur pédicule, s'entre-croisent également sur le plan médian, au-dessus des précédents, puis s'appliquent à ceux-ci pour former le faisceau postérieur ou sensitif des pyramides.

Les cordons antérieurs, qui se sont entre-croisés sur toute la longueur de la moelle épinière, passent au-dessus et en arrière des deux cordons qui viennent de s'entre-croiser et se trouvent alors très rapprochés de la paroi inférieure du quatrième ventricule.

Périphériques sur la moelle, ces trois cordons répondent dans le bulbe à sa partie médiane. Tous les trois sont situés au-devant du canal central et du quatrième ventricule qui le prolonge. Presque tout ce qui est situé sur la partie médiane du bulbe appartient donc à la moelle; presque tout ce qui est situé en dehors est formé par des parties surajoutées, d'où la prédominance de plus en plus grande de ses dimensions transversales. Sur les parties latérales cependant on observe, indépendamment des débris des cornes antérieures et postérieures, un faisceau blanc qui vient aussi de la moelle et qui fait partie des cordons latéraux.

Ce faisceau, connu sous les noms de *faisceau latéral*, *faisceau intermédiaire*, *faisceau sous-olivaire*, répond inférieurement à la partie postérieure des cordons latéraux. Il monte verticalement entre l'olive et le sillon d'origine des nerfs pneumogastriques; il échappe par conséquent à l'entre-croisement des autres faisceaux du même cordon. Une très petite partie des cordons postérieurs, le cordon grêle ou cordon de Goll, échappe également à l'entre-croisement.

La substance blanche de la moelle en passant de celle-ci dans le bulbe forme donc en définitive cinq faisceaux: un faisceau antérieur qui prolonge les cordons latéraux, un faisceau moyen qui prolonge les cordons postérieurs, un faisceau postérieur qui prolonge les cordons antérieurs, un faisceau latéral qui prolonge la partie non entre-croisée des cordons latéraux et un faisceau oblique qui prolonge les cordons de Goll.

1° *Faisceaux antérieurs ou portion superficielle, portion motrice des pyramides.* — Ces faisceaux sont verticaux et parallèles, plus volumineux à leur extrémité supérieure. Le sillon médian du bulbe les sépare. Ils répondent en dehors aux olives, et en arrière aux faisceaux moyens avec lesquels ils ont été jusqu'ici confondus, et qui sur les coupes en diffèrent beaucoup cependant. Leur extrémité supérieure, arrondie et comme étranglée, s'engage sous la couche transversale de la protubérance. Leur extrémité inférieure se divise en quatre ou cinq fascicules aplatis qui s'entre-croisent.

L'entre-croisement des pyramides est un des points les plus importants de la structure du bulbe. Il a été découvert en 1709 par Mistichelli. Pourfour du Petit, en 1810, confirma son existence. Duverney et Santorini l'ont représenté. Winslow, Scarpa, Scemmering l'ont considéré comme l'un des faits les mieux établis de la science. Cependant il a été nié par un assez grand nombre d'auteurs, parmi lesquels on trouve avec regret Morgagni, Haller, Rolando. Depuis longtemps il n'est plus contesté. Les études faites à l'œil nu et à l'aide du microscope en démontrent très nettement la réalité (fig. 133).

La hauteur de l'entre-croisement est de 8 à 10 millimètres. La distance qui le sépare de la protubérance mesure en général 2 centimètres. Sur un bulbe frais et mieux encore sur un bulbe préalablement durci on peut voir :

1° Que chacune des pyramides se divise inférieurement en quatre ou cinq fascicules aplatis;

2° Que les fascicules provenant de la pyramide droite se portent en bas et à gauche, et ceux de la pyramide gauche en bas et à droite;

FIG. 134.

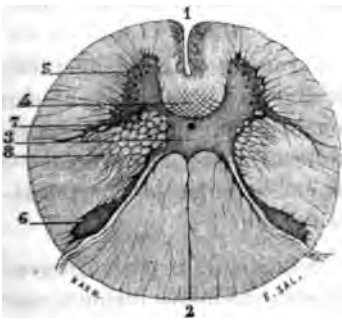
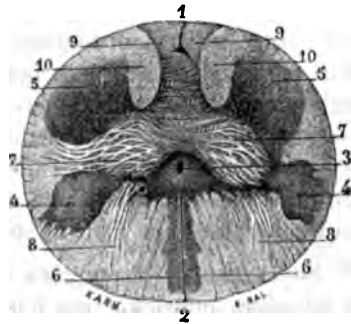


FIG. 135.



Coupes de la partie inférieure du bulbe rachidien. (Prép. de M. Mathias Duval.)

FIG. 134. — Coupe du bulbe rachidien au niveau de la partie inférieure de l'entre-croisement des pyramides. — 1, sillon médian antérieur. — 2, sillon médian postérieur. — 3, commissure grise, et 4, commissure antérieure, très épaisses l'une et l'autre sur ce point. — 5, corne antérieure. — 6, corne postérieure. — 7, corne latérale. — 8, coupe des cordons latéraux traversant le pédicule des cornes antérieures, déjà largement échanuré.

FIG. 135. — Coupe du bulbe rachidien au niveau de la partie moyenne de l'entre-croisement des pyramides. — 1, vestige du sillon antérieur. — 2, sillon postérieur. — 3, canal central du bulbe. — 4, 4, cornes postérieures déjetées en dehors. — 5, 5, cornes antérieures. — 6, noyau des pyramides postérieures ou postpyramidal. — 7, 7, coupe des cordons latéraux au moment où ils décapitent les cornes antérieures. — 8, radicules de la première paire spinale. — 9, coupe de la partie la plus élevée des cordons latéraux. — 10, 10, coupe des cordons antérieurs entre lesquels passent les cordons latéraux.

3° Que ces fascicules sont étagés de haut en bas en forme de natte, et d'autant plus superficiels qu'ils sont plus inférieurs ;

4° Que ceux de la pyramide droite se continuent avec le cordon latéral gauche, et ceux de la pyramide gauche avec le cordon latéral droit.

Les tubes nerveux qui forment ces pyramides se composent de tubes très différents de volume, qui se groupent en faisceaux inégaux aussi. Sur les coupes transversales on voit très bien tous ces groupes qui donnent aux faisceaux antérieurs un aspect caractéristique.

2° *Faisceaux moyens du bulbe ou portion profonde, portion sensitive des pyramides.* — Ces faisceaux diffèrent des précédents non seulement par leur origine et leurs rapports, mais aussi par leur aspect. Ils sont quadrilatères. Leur face antérieure, large, s'applique au faisceau qui prolonge les cordons latéraux. La face opposée, très étroite, répond au faisceau qui prolonge les cordons antérieurs. Inférieurement ils se partagent en dix ou douze bandelettes qui se continuent, celles de droite avec le cordon postérieur gauche, celles de gauche avec le cordon postérieur droit.

Au-dessus de l'entre-croisement des cordons latéraux il existe donc un second entre-croisement plus profond et reconnaissable seulement au microscope qui, sur les coupes horizontales, le démontre très bien : c'est l'entre-croisement sensitif.

Les faisceaux sensitifs des pyramides se composent aussi de tubes longitudinaux et parallèles ; mais ces tubes sont plus petits que ceux des faisceaux moteurs et ne se réunissent jamais par groupes. Leur coupe offre un aspect homogène, tandis que celle des faisceaux précédents offre un aspect fasciculé. Cette différence établit entre les deux faisceaux superposés une ligne de démarcation très nette.

3° *Faisceaux postérieurs du bulbe.* — Situés sur le prolongement des faisceaux antérieurs, ces faisceaux ne sont pas moins distincts que les précédents. Ils prennent aussi la forme de prismes à quatre pans. Leur face antérieure est contiguë aux faisceaux moyens ou sensitifs. La postérieure répond d'abord à la colonne grise centrale du bulbe et plus haut au plancher du quatrième ventricule. En dedans ils sont limités par le raphé médian du bulbe qui les sépare l'un de l'autre, en dehors par les filets d'origine de l'hypoglosse. Inférieurement ces faisceaux contournent les deux entre-croisements, puis s'appliquent l'un à l'autre au-dessous du collet du bulbe. Ils sont composés également de fibres longitudinales et parallèles ; mais entre elles passent des fibres transversales qui viennent s'entre-croiser sur la ligne médiane et qui contribuent à former le raphé du bulbe.

4° *Faisceau latéral du bulbe.* — Ce faisceau, appelé aussi *faisceau intermédiaire, faisceau sous-olivaire*, est incomparablement plus petit

que les précédents. Nous avons vu qu'il monte verticalement au-devant de la tête des cornes postérieures, et qu'il échappe à l'entre-croisement des cordons latéraux. Sur la moitié inférieure du bulbe il s'applique au bord antérieur du tubercule de Rolando. Sur la moitié supérieure il chemine entre l'olive et la ligne d'émergence des racines du pneumogastrique. Par sa partie interne il répond aux deux cornes, sur ce point très rapprochées, et remplit le minime espace qui les sépare. Du bulbe il passe dans la protubérance et ne tarde pas à disparaître.

5° *Faisceaux divergents du bulbe ou pyramide postérieure.* — Ces faisceaux, obliquement ascendants, se renflent au niveau de l'angle inférieur du quatrième ventricule. Ils font suite aux cordons de Goll et s'appliquent aux pédoncules cérébelleux inférieurs. Supérieurement, ils semblent se perdre dans le centre médullaire du cervelet.

B. — Parties qui se surajoutent dans le bulbe à celles provenant de la moelle épinière.

Les parties propres au bulbe sont composées, les unes exclusivement de substance grise, les autres de substance grise et de substance blanche.

Les premières, au nombre de trois, se présentent sur les coupes horizontales sous la forme de noyaux, et, sur les coupes longitudinales, sous l'aspect de colonnes. Les secondes sont représentées par les olives, les corps restiformes et les fibres arciformes.

a. Colonnes grises. — L'une de ces colonnes répond aux pyramides postérieures; elle en occupe le centre. La seconde, située entre l'olive et les pyramides antérieures, revêt la figure d'une équerre dont la branche transversale s'effile en dehors, tandis que sa branche antéro-postérieure s'effile en arrière. L'olive est reçue et comme logée dans l'angle qu'elle forme. La troisième, intermédiaire à l'olive et aux cornes antérieures, est beaucoup moins importante; elle s'allonge transversalement et se termine en pointe; on peut l'appeler *noyau juxta-olivaire postérieur*, par opposition à la précédente qui constitue le *noyau juxta-olivaire antéro-interne*.

b. Olives. — Les olives sont situées entre les pyramides antérieures et les cornes antérieures. Le noyau juxta-olivaire antéro-interne les sépare des premières et le noyau juxta-olivaire postérieur des secondes. Elles offrent la forme d'un ovoïde dont le grand axe est longitudinal. Ce grand axe est de 14 millimètres, le transversal de 6 à 7 et l'antéro-postérieur de 4 à 5. Elles ont pour limite une membrane

jaunâtre, mince et sinueuse, qui en forme les parois et qui reste ouverte en bas et en dedans. Cette enveloppe contient un grand nombre de petites cellules multipolaires, remplies de leucytes; quelques-unes renferment des chromoleucytes (fig. 139).

Les tubes contenus dans la cavité des olives proviennent des fibres arciformes qui traversent leur enveloppe; elles se dirigent vers son ouverture, qu'elles franchissent pour s'entre-croiser sur la ligne médiane avec celles du côté opposé.

c. Corps restiformes ou pyramides latérales. — Ces corps, situés sur la direction des cordons postérieurs de la moelle, semblent se continuer en haut avec les pédoncules cérébelleux inférieurs. Ils ont été tour à tour considérés comme prolongeant les premiers jusqu'au cervelet et les seconds jusqu'au bulbe. Mais nous avons vu que les cordons postérieurs se portent en avant pour s'entre-croiser au-devant de la colonne grise centrale, et constituer ensuite la portion sensitive des pyramides antérieures. Ils ne se continuent donc pas avec les pyramides latérales.

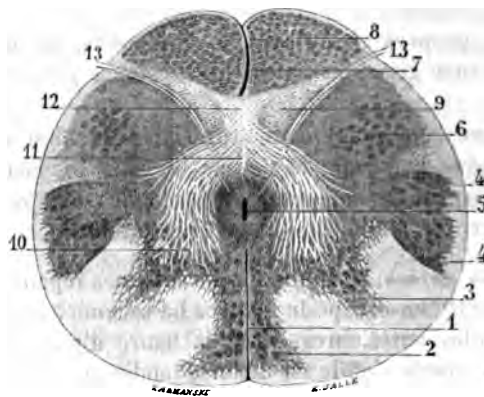


FIG. 136. — Coupe du bulbe rachidien au-dessus de l'entre-croisement des cordons latéraux. (Préparation de M. Mathias Duval.)

Cette coupe montre l'entre-croisement des cordons postérieurs de la moelle, et le mode d'origine de la portion sensitive des pyramides. — 1, sillon médian postérieur. — 2, noyau post-pyramidal. — 3, noyau des corps restiformes. — 4, cornes postérieures devenues transversales; au-devant de leur tête gélatineuse on voit la coupe du faisceau latéral du bulbe. — 5, canal central allongé d'avant en arrière. — 6, corne antérieure. — 7, sillon médian antérieur. — 8, portion antérieure ou motrice des pyramides. — 9, cordons antérieurs de la moelle, situés en arrière de cette portion motrice et en dehors de la portion sensitive. — 10, cordons postérieurs qui coupent le pédicule des cornes postérieures en se portant d'arrière en avant. — 11, raphé médian résultant de l'entre-croisement de ces cordons. — 12, portion sensitive des pyramides formée par le prolongement des mêmes cordons; elle se présente ici sous la forme d'un petit triangle qui se juxtapose à la portion motrice. — 13, 13, nerf hypoglosses.

Ces pyramides se continuent-elles avec les pédoncules cérébelleux inférieurs? Tous les faits observés semblent attester cette continuité. Elles forment, avec ces pédoncules, une seule et même colonne dont les deux moitiés ont reçu à tort des noms différents. La portion bulbaire et la portion cérébelleuse de cette colonne offrent une structure identique; toutes deux sont formées, à leur centre, par la substance grise et à leur périphérie par la substance blanche.

Leur substance grise se présente, sur les coupes longitudinales, sous l'aspect d'une traînée à contour vague se terminant, en bas, par une pointe effilée et se prolongeant, en haut, dans la plus grande partie des pédoncules cérébelleux. Sur les coupes transversales, elle prend la figure d'un noyau appelé *noyau des corps restiformes*.

Leur substance blanche entoure la précédente et la pénètre çà et là. Elles se mélangent confusément. Ce qui la caractérise surtout, ce sont les innombrables prolongements qui naissent de toute sa longueur et particulièrement de sa partie interne. Aussi voit-on sur les coupes transversales les pyramides latérales apparaître comme un véritable

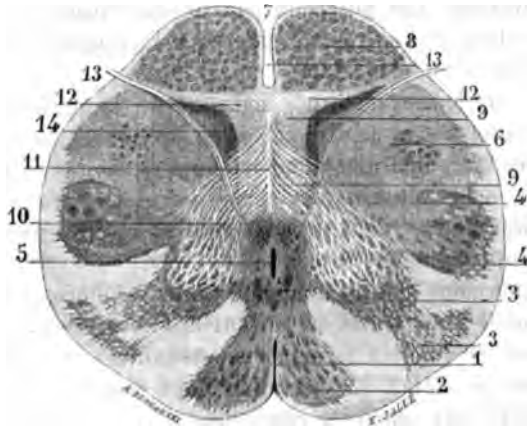


FIG. 137. — Coupe du bulbe rachidien au-dessous des olives. (Préparation de M. Mathias Duval.)

1, sillon médian postérieur très superficiel à cette hauteur. — 2, noyau des pyramides postérieures. — 3, noyau des corps restiformes. — 4, corne postérieure. — 5, canal central du bulbe. — 6, vestige de la corne antérieure, représentée par ses cellules multipolaires. — 7, sillon médian antérieur. — 8, portion motrice des pyramides formée par le prolongement des cordons latéraux. — 9, cordons postérieurs s'entre-croisant sur le plan médian. — 10, ces mêmes cordons qui avant de s'entre-croiser coupent le pédicule des cornes postérieures. — 11, raphé résultant de leur entre-croisement. — 12, portion sensitive des pyramides formée par leur prolongement; leur portion, d'abord triangulaire et très étroite, est ici beaucoup plus large. — 13, 13, nerfs hypoglosses naissant d'un noyau situé sur les côtés et en avant du canal central. — 14, noyau juxta-olivaire antéro-interne remarquable par sa forme en équerre.

centre de rayonnement. Ces irradiations se répandent dans le bulbe; elles constituent les fibres arciformes.

d. Fibres arciformes. — Ces fibres ont été distinguées en externes et internes. Elles proviennent de la même source; toutes partent des corps restiformes dont elles représentent la terminaison si on les suit de haut en bas, et l'origine si on les suit de bas en haut.

Les fibres arciformes internes, remarquables par leur extrême multiplicité, décrivent des arcades transversales dont la concavité regarde en dedans et en arrière. Elles naissent de la partie profonde des corps restiformes, sous la figure de faisceaux dont les plus considérables répondent à la racine ascendante de la cinquième paire. On peut le diviser en deux groupes. Le groupe supérieur se compose de petits faisceaux anastomosés, et formant un réseau dont les mailles contiennent de la substance grise. Ce réseau se prolonge jusqu'au raphé médian en conservant les mêmes caractères, puis se continue avec celui du côté opposé. Le groupe inférieur est formé de gros faisceaux dont les uns contournent la racine de la cinquième paire, tandis que les autres la traversent. Ces faisceaux poursuivent ensuite leur trajet de dehors en dedans et s'entre-croisent, pour la plupart, avec ceux du côté opposé sur le raphé médian.

Les fibres arciformes externes naissent de la partie superficielle des corps restiformes et se dirigent aussi de dehors en dedans. Elles recouvrent les faces latérales et antérieures du bulbe en formant une très mince couche souvent peu apparente et viennent se terminer, comme les précédentes, dans le raphé médian où elles s'entre-croisent et se terminent comme les internes.

L'observation nous montre donc que toutes les fibres arciformes ont la même origine; que toutes se portent des corps restiformes vers le raphé médian et qu'elles forment, en définitive, ce raphé. Que deviennent-elles au delà? L'observation nous montre aussi qu'à cette limite celles du côté gauche se continuent avec celles du côté droit et que toutes, ainsi disposées, forment une grande commissure transversale se continuant en dehors avec les corps restiformes, et, par l'intermédiaire de ceux-ci, avec les pédoncules cérébelleux inférieurs et finalement avec les hémisphères cérébelleux.

C. — Étude du bulbe à l'aide des coupes transversales faites sur les divers points de sa longueur.

Pour procéder à cette étude si compliquée, M. Mathias Duval a pratiqué sur le bulbe, par le procédé qui lui est propre, des coupes assez rapprochées et assez multipliées pour en faire une longue série.

de telle sorte qu'en passant de l'une à l'autre on puisse rétablir en quelque sorte leur continuité. Grâce à ces coupes sériées, dont il a le premier compris et démontré les avantages, nous avons pu, en remontant des inférieures aux supérieures, retrouver toutes les dispositions précédemment exposées et les compléter par de nouveaux détails qui viennent les confirmer. Nous en reproduirons quelques-unes seulement en choisissant les plus importantes.

a. Coupes portant sur l'extrémité inférieure de l'entre-croisement des pyramides. — Ces coupes nous montrent qu'au niveau de la continuité du bulbe avec la moelle, la disposition relative des deux substances est à peine modifiée. Les cornes postérieures et la commissure grise ont conservé la forme et les dimensions qu'elles présentent plus bas. Mais les cornes antérieures sont beaucoup moins volumineuses; elles s'effilent en avant et se prolongent en dehors, en sorte que sous le collet du bulbe il existe en réalité trois cornes de chaque côté. La coupe du canal latéral est encore circulaire. Entre les cornes latérales et les cornes postérieures, on voit de chaque côté la partie interne des cordons latéraux de la moelle qui se décomposent en nombreux fascicules obliquement ascendants (fig. 134).

Ces fascicules échancrent le pédicule des cornes antérieures. A droite et à gauche du sillon antérieur se présente la coupe des cordons latéraux, ou l'origine des pyramides antérieures encore très grêles, une partie seulement des cordons latéraux s'étant entre-croisée.

b. Coupes pratiquées sur la partie moyenne de l'entre-croisement des pyramides. — Sur ces coupes, la substance grise prend à la constitution du bulbe une part plus importante. Les cornes postérieures sont fortement déjetées en dehors et presque transversales; leur extrémité libre, remarquable par son volume, s'avance jusqu'à la surface du bulbe où elle forme le tubercule de Rolando. Les cornes antérieures sont volumineuses, arrondies, bien limitées en dedans, vaguement délimitées en avant et en dehors (fig. 135).

Entre ces cornes et les pédicules des cornes postérieures s'avancent en colonnes serrées les fascicules des cordons latéraux qui traversent leur col, en sorte qu'elles se trouvent décapitées. Le canal central du bulbe commence à s'allonger d'avant en arrière. De chaque côté du sillon médian postérieur on remarque un noyau rectangulaire : c'est le noyau des cordons grêles ou cordon de Goll.

c. Coupes faites immédiatement au-dessus de l'entre-croisement des pyramides. — Ces coupes ont surtout pour avantage de montrer l'entre-croisement des cordons postérieurs de la moelle, et l'origine de la portion postérieure ou sensitive des pyramides. Le canal central

s'allonge de plus en plus. Les cornes postérieures deviennent tout à fait transversales. Les cornes antérieures sont très rapprochées des précédentes dont les sépare un minime espace qui donne passage au faisceau latéral ou intermédiaire du bulbe, c'est-à-dire à la portion non entre-croisée des cordons latéraux. La corne antérieure à cette hauteur n'est plus représentée que par les cellules multipolaires qui en forment le principal élément.

Au-dessus du noyau des corps restiformes surgissent, à droite et à gauche du canal central, des faisceaux obliquement ascendants, qui coupent le pédicule des cornes postérieures, comme les cordons latéraux coupent celui des cornes antérieures. Ces faisceaux se continuent en bas avec les cordons postérieurs de la moelle dont ils sont le prolongement. En haut ils s'entre-croisent sur la ligne médiane et donnent naissance au raphé qui s'avance jusqu'au sillon médian antérieur. Après s'être ainsi entre-croisés, celui du côté gauche, situé sur le prolongement du cordon postérieur droit, et celui du côté droit, situé sur le prolongement du

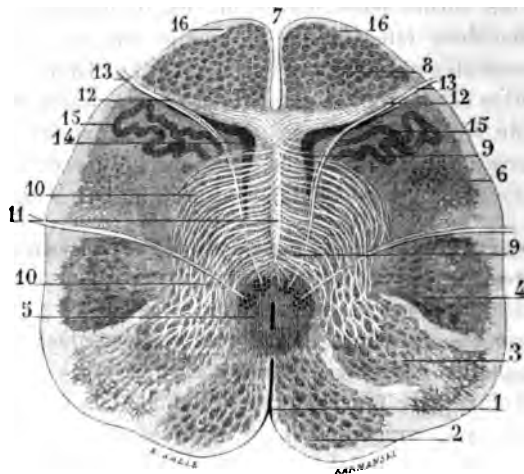


FIG. 138. — Coupe du bulbe rachidien au niveau de l'extrémité inférieure des olives. (Préparation de M. Mathias Duval.)

1, sillon médian postérieur. — 2, noyau des pyramides postérieures. — 3, noyau des corps restiformes. — 4, tête gélatineuse des cornes postérieures. — 5, canal central. — 6, corne antérieure représentée par ses cellules multipolaires et séparée de la postérieure par le faisceau latéral du bulbe. — 7, sillon médian antérieur. — 8, portion motrice des pyramides. — 9, cordons postérieurs droits. — 10, cordon postérieur gauche. — 11, raphé médian résultant de leur entre-croisement. — 12, 12, portion sensitive des pyramides résultant de leur prolongement. — 13, 13, nerfs hypoglosses passant entre l'olive et le noyau juxta-olivaire antéro-interne. En arrière et en dehors de leur noyau d'origine s'en trouve un autre qui donne naissance au nerf spinal. — 14, noyau juxta-olivaire antéro-interne. — 15, 15, coupe de l'extrémité inférieure des olives.

cordons postérieur gauche, s'appliquent à la portion motrice des pyramides sous la forme d'un triangle d'abord tout petit, mais qui s'allonge rapidement de dedans en dehors. Au-devant de cette portion sensitive ou postérieure des pyramides, se voient donc leur portion motrice, beaucoup plus considérable, et le sillon médian qui les sépare. En dehors et en arrière des pyramides se présente la coupe des cornes antérieures qui ont conservé leur aspect granulé.

Si la coupe porte sur un point un peu plus élevé, quelques nouvelles modifications se produisent. L'entre-croisement des cordons postérieurs se complète; la portion sensitive ou postérieure des pyramides, d'abord si minime, prend des proportions de plus en plus grandes. Les noyaux des corps restiformes et des cordons grêles s'élargissent. Le noyau d'origine des nerfs hypoglosses s'accuse davantage.

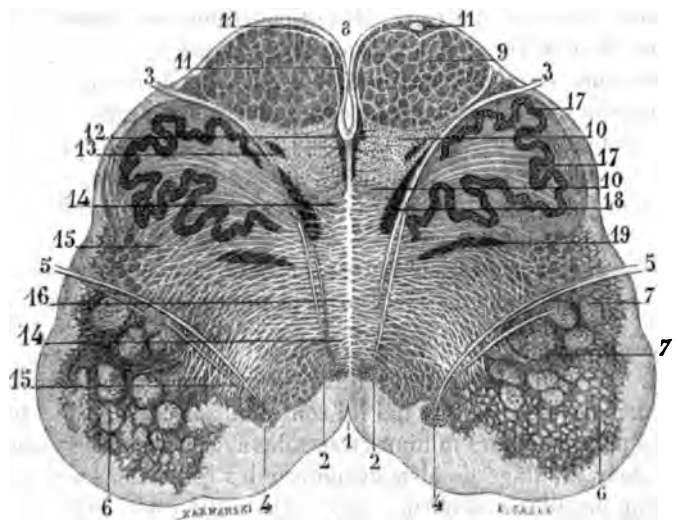


FIG. 139. — Coupe du bulbe rachidien au niveau de la partie moyenne des olives. (Préparation de M. Mathias Duval.)

1, sillon médian de la face postérieure du bulbe qui répond ici au plancher du quatrième ventricule. — 2, 2, noyau d'origine des nerfs hypoglosses. — 3, 3, ces nerfs émergeant du bulbe dans le sillon qui sépare les pyramides des olives. — 4, 4, noyau d'origine des nerfs pneumogastriques. — 5, 5, point d'émergence de ces nerfs. — 6, 6, noyau des corps restiformes. — 7, 7, tête des cornes postérieures, presque entièrement envahie par les faisceaux qui forment la racine ascendante de la cinquième paire. — 8, sillon médian antérieur. — 9, portion motrice des pyramides. — 10, 10, leur portion sensitive devenue beaucoup plus épaisse. — 11, 11, 11, noyau entourant la portion motrice des pyramides. — 12, noyau qui sépare les deux portions sensibles. — 13, très minime noyau situé sur leur côté externe. — 14, 14, coupe des cordons antérieurs traversés par le réseau des fibres arciformes. — 15, 15, fibres arciformes. — 16, raphé du bulbe. — 17, 17, olive. — 18, noyau juxta-olivaire antéro-interne. — 19, noyau juxta-olivaire postérieur.

d. Coupes portant sur la partie moyenne des olives. — Les coupes précédentes intéressaient la portion arrondie du bulbe. Celles qui traversent les olives traversent aussi la paroi inférieure du quatrième ventricule. Les premières avaient pour caractère commun la présence d'un canal central autour duquel se groupent les deux substances. Les secondes sont échancrées en arrière, plus larges et triangulaires (fig. 139).

Sur la partie moyenne de ces coupes on retrouve les trois cordons nerveux de la moelle épinière : en avant, celle des cordons latéraux ou portion motrice des pyramides; en arrière, celle des cordons postérieurs ou portion sensitive; plus en arrière encore, celle des cordons antérieurs. La configuration et l'aspect de ces trois cordons diffèrent beaucoup; les premiers sont arrondis et fasciculés; les seconds, d'une teinte claire et finement pointillée; les troisièmes sont quadrilatères, très allongés d'avant en arrière; ils ont pour limite en dedans le raphe du bulbe, et en dehors les racines de l'hypoglosse.

Sur les côtés se montre un dernier vestige des deux cornes, à peine reconnaissables. Au-devant de la corne antérieure représentée par de simples granules on voit : 1° le noyau juxta-olivaire postérieur; 2° l'olive entourée de sa membrane sinueuse et ouverte en dedans; 3° le noyau juxta-olivaire antéro-interne représenté à cette hauteur par une seule branche.

En arrière des cornes postérieures, envahies par les faisceaux abondants de la cinquième paire, se trouve le noyau des corps restiformes.

e. Coupes répondant à la partie supérieure des olives. — Elles diffèrent peu des précédentes. L'olive a conservé ses grandes dimensions; mais les deux noyaux qui lui sont annexés ont presque disparu. Il reste à peine quelques minimes traces des deux cornes. Ces coupes ont surtout pour avantage de bien démontrer les connexions qui unissent le système des fibres arciformes aux corps restiformes. Elles montrent que ces corps sont bien un centre d'irradiation; que les faisceaux auxquels ils donnent naissance se portent dans toutes les directions; que la plupart de ceux-ci émanent de leur partie antéro-interne; que les antérieurs sont volumineux et les postérieurs très déliés (fig. 140).

D. — Parties accessoires du bulbe rachidien.

Comme la moelle, le bulbe comprend dans sa structure, indépendamment des deux substances qui viennent d'être décrites, du tissu conjonctif et des vaisseaux.

Le tissu conjonctif, reconnaissable à l'aide des procédés exposés plus haut, a pour destination d'unir entre eux tous les éléments nerveux

compris dans son épaisseur. Il est composé aussi de petites cellules irrégulièrement étoilées, et d'une prodigieuse quantité de petits faisceaux et de fibrilles sans direction déterminée. Il est plus délicat et moins abondants ici que sur le prolongement médullaire; mais son existence et sa nature ne sont pas moins faciles à reconnaître (fig. 129).

Les artères sont nombreuses; elles forment un réseau qui embrasse toute la périphérie du bulbe. Les plus importantes pénètrent dans son épaisseur par le sillon médian antérieur; les autres suivent les racines des nerfs et principalement celles des pneumogastriques. — Les médianes partent des vertébrales et de la spinale antérieure. Après avoir traversé les sillons médians, elles se divisent en un grand nombre d'artérioles de plus en plus ténues, qui se répandent dans les trois cordons prolongés de la moelle et les noyaux gris correspondants. — Les artères radiculaires ou latérales proviennent en partie de la cérébelleuse inférieure, en partie de la vertébrale. Elles donnent des ramifications superficielles et pénètrent ensuite dans le bulbe en suivant les

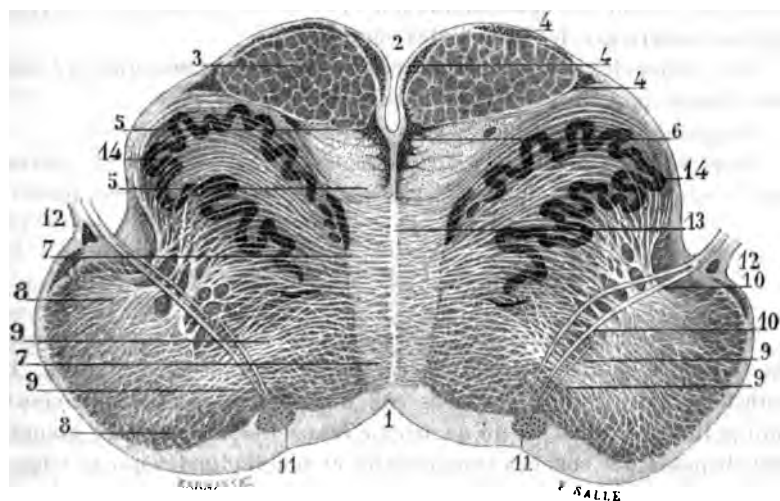


FIG. 140. — Coupe du bulbe rachidien au niveau de l'extrémité supérieure des olives. (Préparation de M. Mathias Duval.)

1, sillon du quatrième ventricule. — 2, sillon médian antérieur. — 3, portion motrice des pyramides. — 4, 4, 4, noyaux qui l'entourent. — 5, portion sensitive. — 6, noyau qui sépare les deux portions sensibles. — 7, coupe des cordons antérieurs. — 8, coupe des corps restiformes. — 9, réseau des fibres arciformes. — 10, 10, faisceaux volumineux émanant de la partie antérieure des corps restiformes, et se prolongeant par leurs divisions vers les olives. — 11, 11, noyau d'origine des nerfs acoustiques. — 12, 12, ces deux nerfs émergeant de la fossette latérale du bulbe. — 13, raphé formé par l'entre-croisement des fibres arciformes. — 14, 14, olive dont l'ouverture regarde en dedans et en arrière.

filets radiculaires des neuvième, dixième et onzième paires. Leurs ramuscules se répandent dans les parties surajoutées aux trois cordons prolongés de la moelle et dans la substance grise correspondante. Leurs dernières divisions se perdent dans les noyaux d'origine des nerfs qu'elles accompagnent.

Les veines, très nombreuses aussi, naissent surtout de la substance grise, plus vasculaire que la substance blanche. Elles suivent pour la plupart un trajet indépendant de celui des artères et sortent cependant du bulbe par les sillons qui leur donnent passage. De même que celles-ci, elles s'anastomosent, en sorte qu'à la superficie, comme dans la profondeur, elles forment un très riche réseau.

§ 4. — STRUCTURE DE L'ISTHME DE L'ENCÉPHALE.

Cette troisième partie de l'axe cérébro-spinal se présente sous la forme d'un renflement, la *protubérance annulaire*, de laquelle partent quatre gros prolongements, deux latéraux, les pédoncules cérébelleux moyens, et deux antérieurs, les pédoncules cérébraux.

Les pédoncules cérébelleux moyens sont en connexions intimes avec le cervelet dont ils font en réalité partie.

Les pédoncules cérébraux vont se terminer dans le cerveau.

Nous étudierons d'abord la protubérance qui continue le bulbe, et ensuite les pédoncules cérébraux qui continuent la protubérance.

A. — Structure de la protubérance annulaire.

La protubérance annulaire ou *mésocéphale* est formée comme le bulbe et la moelle épinière de substance grise et de substance blanche. La substance grise occupe son épaisseur, et recouvre sa face postérieure qui prolonge le plancher du quatrième ventricule. La substance blanche est disposée par couches transversales et longitudinales qui se superposent dans un ordre alternatif.

Les couches transversales se continuent toutes avec les pédoncules cérébelleux moyens. Les couches longitudinales se continuent en bas avec les pyramides et en haut avec les pédoncules cérébraux.

a. Étude de la protubérance à l'état frais. — Pour constater cette continuité, il convient d'enlever avec le manche d'un scalpel toute la couche transversale superficielle de la protubérance. On voit alors apparaître les deux pyramides qui se prolongent de bas en haut jusque dans les pédoncules cérébraux, en augmentant de volume par l'adjonction de fibres nouvelles. C'est d'abord la portion superficielle ou motrice des

pyramides qui se montre; plus profondément s'étale une couche de substance grise, et au-dessous de celle-ci se présente une nouvelle colonne blanche, c'est la portion profonde ou sensitive des pyramides. Les deux parties qui étaient superposées et adhérentes l'une à l'autre dans le bulbe se séparent de plus en plus à mesure qu'elles se rapprochent des pédoncules cérébraux.

En procédant des parties superficielles vers les parties profondes on rencontre donc successivement sur la protubérance : 1° une épaisse couche de substance blanche à fibres transversales; 2° la portion motrice des pyramides; 3° une large couche grise, assez épaisse; 4° la portion sensitive des pyramides; 5° plus profondément un troisième faisceau longitudinal, entrecoupé de fibres transversales, c'est le prolongement des cordons antérieurs de la moelle; 6° enfin une couche grise très mince recouvrant le plancher du quatrième ventricule.

Après avoir pris connaissance de l'ordre suivant lequel se superposent toutes ces parties blanches et grises, il importe, pour compléter leur étude, de les observer sur des coupes transversales pratiquées à des hauteurs différentes.

b. Étude de la protubérance à l'aide des coupes. — Ces coupes, faites aussi par M. Mathias Duval avec son rare talent, nous ont été fort utiles pour élucider la structure encore si obscure du mésocéphale. Ne pouvant les décrire toutes, j'en mentionnerai cinq seulement, répondant, les premières à sa partie inférieure, les secondes à sa partie moyenne, la dernière à sa partie supérieure (fig. 141 à 145).

1° *Coupes faites sur la partie inférieure.* — En partant de la superficie du mésocéphale on voit sur ces coupes : 1° une couche blanche dont les fibres transversales se continuent de chaque côté avec les pédoncules cérébelleux moyens; 2° un raphé manifestement formé par des fibres transversales aussi; mais plus profondes, qui s'entre-croisent en passant de l'un à l'autre côté; ce raphé se prolonge jusqu'au plancher du quatrième ventricule; 3° à droite et à gauche de l'extrémité antérieure du raphé, un faisceau blanc, arrondi, composé de fascicules inégaux et très distincts, c'est la coupe de la portion motrice des pyramides; 4° au-dessous de ces faisceaux s'en présentent deux autres plus larges, mais non fasciculés, c'est la portion sensitive de ces pyramides; 5° plus bas, deux groupes de tubes nerveux qui représentent le prolongement des cordons antérieurs de la moelle.

2° *Coupes transversales faites sur la partie moyenne de la protubérance.* — Sur ces coupes on retrouve très apparents les trois cordons prolongés de la moelle; mais la portion motrice et la portion sensitive sont beaucoup plus écartées, et en outre la portion sensitive revêt une configuration bien différente: elle prend la forme d'un cône curvi-

ligne, dont la base se dirige en dehors, et dont le sommet très effilé répond au raphé médian.

3° *Coupes transversales faites sur la partie supérieure de la protubérance.* — Les trois cordons de la moelle en s'élevant subissent de nouvelles modifications. La portion motrice des pyramides prend un volume beaucoup plus considérable et perd son aspect fasciculé. La portion sensitive s'incline en dehors et en arrière, de telle sorte que les cordons antérieurs sont situés en dedans des postérieurs.

4° La protubérance est donc constituée en résumé : 1° par le prolongement des trois cordons de la moelle, et de la grosse racine de la

FIG. 141.

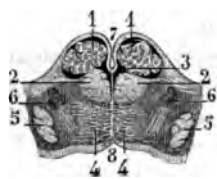


FIG. 142.



FIG. 143.



FIG. 144.

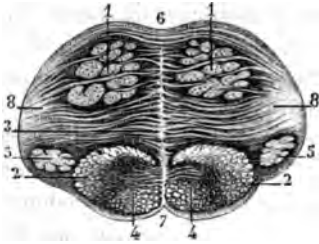
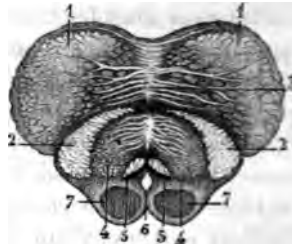


FIG. 145.



Coupes transversales de la protubérance. (Préparations de M. Mathias Duval.)

FIG. 141. — Coupe de la protubérance au niveau de sa continuité avec le bulbe. — 1, 1, portion motrice des pyramides. — 2, 2, leur portion sensitive. — 3, noyau qui les sépare. — 4, 4, cordons antérieurs. — 5, cinquième paire. — 6, noyau d'origine du facial.

FIG. 142. — Coupe de la protubérance portant sur son bord inférieur. — 1, 1, portion motrice des pyramides. — 2, 2, leur portion sensitive. — 3, noyau losangique qui les sépare. — 4, 4, cordons antérieurs. — 5, cinquième paire. — 6, origine du nerf moteur oculaire externe. — 7, 7, origine du facial.

FIG. 143. — Coupe de la protubérance portant sur son tiers inférieur. — 1, 1, portion motrice des pyramides un peu plus grosse. — 2, 2, leur portion sensitive qui s'est élargie. — 3, noyau qui les sépare; il a aussi augmenté de volume. — 4, 4, cordons antérieurs. — 5, cinquième paire. — 6, 6, noyau d'origine du nerf moteur oculaire externe. — 7, 7, origine du facial. — 8, 8, ce nerf qui, après avoir contourné le noyau d'origine du moteur oculaire externe, se porte vers son point d'émergence.

FIG. 144. — Coupe de la protubérance au niveau de sa partie moyenne. — 1, 1, portion motrice des pyramides qui continue à augmenter de volume. — 2, 2, leur

cinquième paire; 2° par les fibres prolongées aussi des pédoncules cérébelleux moyens; 3° par des couches multiples de substance grise remplissant les espaces compris entre les faisceaux longitudinaux et transversaux.

B. — Structure des pédoncules cérébraux.

A l'état frais il est facile de distinguer l'une de l'autre, sur toute leur longueur, la portion motrice et la portion sensitive des pyramides. La première, très large et très épaisse, occupe la superficie des pédoncules. La seconde, très profonde, devient de plus en plus externe; elle est séparée de la portion motrice par une couche de substance grise pigmentée, représentant le *locus niger*. En dedans et en arrière des portions sensibles se trouvent les cordons antérieurs de la moelle, séparés par un

FIG. 146.

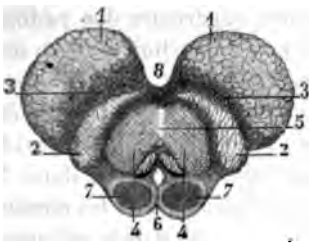
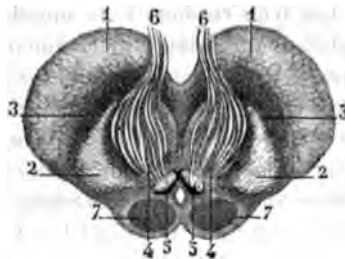


FIG. 147.



Coupes des pédoncules cérébraux.

FIG. 146. — Coupe des pédoncules cérébraux au niveau de leur continuité avec la protubérance. — 1, 1, portion motrice des pyramides. — 2, 2, leur portion sensitive. — 3, 3, couche de substance grise pigmentaire, ou *locus niger* de Sæmmering. — 4, 4, cordons antérieurs. — 5, raphé qui les sépare. — 6, aqueduc de Sylvius. — 7, tubercules quadrijumeaux. — 8, espace inter-pédonculaire.

FIG. 147. — Coupe des pédoncules cérébraux, au niveau de l'origine des nerfs de la troisième paire, ou moteurs oculaires communs. — 1, 1, portion motrice des pyramides. — 2, 2, leur portion sensitive devenu externe et curviligne. — 3, *locus niger*. — 4, 4, filets radiculaires des nerfs moteurs oculaires communs. — 5, 5, leur noyau d'origine. — 6, réunion de ces filets au point d'émergence des troncs nerveux. — 7, 7, tubercules quadrijumeaux. (Préparations de M. Mathias Duval.)

portion sensitive, qui s'est élargie et qui a pris une forme conoïde. — 3, 3, raphé de la protubérance. — 4, 4, cordons antérieurs. — 5, 5, cinquième paire. — 6, sillon de la face inférieure de la protubérance. — 7, sillon de la face supérieure. — 8, 8, fibres transversales provenant du pédoncule cérébelleux moyen.

FIG. 145. — Coupe de la protubérance au niveau de son bord supérieur. — 1, 1, portion motrice des pyramides qui a pris un volume considérable. — 2, leur portion sensitive. — 3, fibres transversales des pédoncules cérébelleux moyens. — 4, 4, coupe des cordons antérieurs. — 5, noyau d'origine des nerfs de la troisième paire. — 6, aqueduc de Sylvius. — 7, 7, tubercules quadrijumeaux.

raphé médian que forment les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs en s'entre-croisant.

Vus au microscope, après durcissement, sur des coupes transversales, les trois cordons de la moelle épinière, que nous avons suivis à travers la protubérance, se prolongent dans les pédoncules, en conservant chacun leur situation primitive. La portion motrice des pyramides a complètement perdu son aspect fasciculé. La portion sensitive devient antéro-postérieure, puis tout à fait externe, et cesse alors d'être conoïde pour prendre la forme d'un croissant à concavité interne. Dans la concavité du croissant vient se loger le cordon antérieur de la moelle, séparé de celui du côté opposé par un espace angulaire. Ces cordons, traversés en bas par les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs, livrent passage plus haut aux radicules du nerf moteur oculaire commun, lesquelles, nées du noyau gris situé au-dessus de l'aqueduc de Sylvius, affectent d'abord une direction légèrement divergente; mais elles se rapprochent presque aussitôt pour constituer le tronc du nerf.

Les trois cordons de la moelle, à l'extrémité supérieure des pédoncules, se terminent différemment. Les latéraux, ou portion motrice des pyramides, se rendent dans les corps striés, se divisent alors en deux lames, puis s'épanouissent pour former la couronne rayonnante de Reil; ils se perdent en définitive dans les circonvolutions frontales et pariétales. Les cordons postérieurs ou portion sensitive se rendent dans la couche optique qu'ils traversent pour aller se terminer dans les circonvolutions temporo-occipitales. Les cordons antérieurs se dirigent aussi vers les couches optiques, au delà desquelles leur trajet reste inconnu.

§ 5. — STRUCTURE DU CERVEAU.

Sur les trois parties de l'axe cérébro-spinal que nous venons d'étudier, moelle, bulbe, isthme, la substance grise occupe leur partie centrale, et la substance blanche leur partie périphérique.

Sur le cerveau, elle s'étale largement à sa surface, sous l'aspect d'une membrane onduleuse et plissée, mais se montre aussi sur plusieurs points de son épaisseur, particulièrement dans les corps striés et les couches optiques, qui sont considérés comme des ganglions intracérébraux. On la retrouve encore sur quelques autres parties, comme les tubercules mamillaires, les parois du troisième ventricule, la glande pinéale.

Quelle que soit la place qu'elle occupe, superficielle ou profonde, cette substance se présente partout avec une constitution à peu près identique. Partout elle se compose surtout de cellules, de tubes nerveux et de

parties accessoires, semblables à celles que nous avons rencontrées dans les parties sous-jacentes de l'axe cérébro-spinal.

C'est sur les circonvolutions qu'elle atteint son plus grand développement; c'est dans ces replis qu'il convient par conséquent d'en faire l'étude générale.

A. — Substance grise des circonvolutions.

Cette substance forme sur les replis cérébraux une couche continue de 5 millimètres d'épaisseur. Elle est de consistance molle, et en rapport intime avec la pie-mère qui la recouvre sur toute sa vaste étendue et qui lui adhère.

Coupée en tranches minces, perpendiculaires à sa surface, puis placée entre deux lames de verre et comprimée, elle apparaît comme

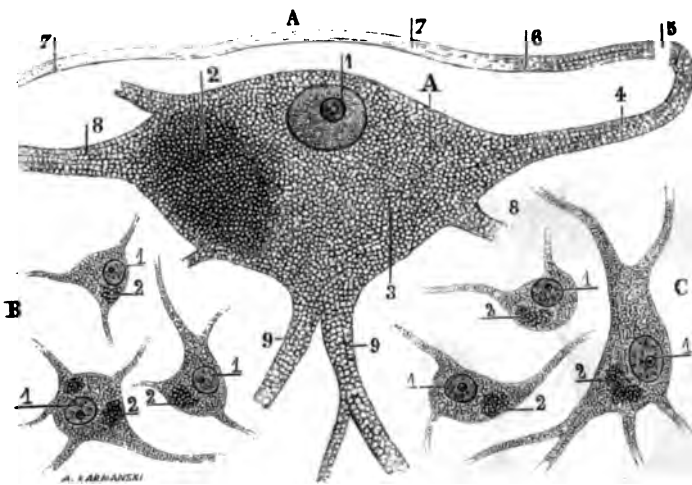


FIG. 148. — Leucytes et chromoleucytes des cellules de la moelle épinière et de l'encéphale.

A. Grande cellule des cornes antérieures de la moelle du cheval. — 1, noyau. — 2, chromoleucytes. — 3, leucytes contribuant à former tous les prolongements, et se disposant à l'origine de ceux-ci en séries parallèles. — 4, l'un de ces prolongements, dont les leucytes disparaissent après un assez long trajet. — 5, section de ce prolongement, dont une partie a été supprimée. — 6, point vers lequel disparaissent les leucytes. — 7, 7, sa partie terminale, représentant un cylindraxe — 8, 8, autres prolongements protoplasmiques. — 9, 9, deux prolongements semblables aux précédents, dont l'un se divise.

B. Leucytes et chromoleucytes des cellules de l'encéphale de l'homme. — 1, 1, 1, corps de ces cellules avec leur noyau et leurs leucytes. — 2, 2, 2, leurs chromoleucytes.

C. Leucytes et chromoleucytes des cellules de l'encéphale du cheval. — 1, 1, 1, leucytes et noyau de ces cellules. — 2, 2, 2, leurs chromoleucytes.

raphé médian que forment les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs en s'entre-croisant.

Vus au microscope, après durcissement, sur des coupes transversales, les trois cordons de la moelle épinière, que nous avons suivis à travers la protubérance, se prolongent dans les pédoncules, en conservant chacun leur situation primitive. La portion motrice des pyramides a complètement perdu son aspect fasciculé. La portion sensitive devient antéro-postérieure, puis tout à fait externe, et cesse alors d'être conoïde pour prendre la forme d'un croissant à concavité interne. Dans la concavité du croissant vient se loger le cordon antérieur de la moelle, séparé de celui du côté opposé par un espace angulaire. Ces cordons, traversés en bas par les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs, livrent passage plus haut aux radicules du nerf moteur oculaire commun, lesquelles, nées du noyau gris situé au-dessus de l'aqueduc de Sylvius, affectent d'abord une direction légèrement divergente; mais elles se rapprochent presque aussitôt pour constituer le tronc du nerf.

Les trois cordons de la moelle, à l'extrémité supérieure des pédoncules, se terminent différemment. Les latéraux, ou portion motrice des pyramides, se rendent dans les corps striés, se divisent alors en deux lames, puis s'épanouissent pour former la couronne rayonnante de Reil; ils se perdent en définitive dans les circonvolutions frontales et pariétales. Les cordons postérieurs ou portion sensitive se rendent dans la couche optique qu'ils traversent pour aller se terminer dans les circonvolutions temporo-occipitales. Les cordons antérieurs se dirigent aussi vers les couches optiques, au delà desquelles leur trajet reste inconnu.

§ 5. — STRUCTURE DU CERVEAU.

Sur les trois parties de l'axe cérébro-spinal que nous venons d'étudier, moelle, bulbe, isthme, la substance grise occupe leur partie centrale, et la substance blanche leur partie périphérique.

Sur le cerveau, elle s'étale largement à sa surface, sous l'aspect d'une membrane onduleuse et plissée, mais se montre aussi sur plusieurs points de son épaisseur, particulièrement dans les corps striés et les couches optiques, qui sont considérés comme des ganglions intracérébraux. On la retrouve encore sur quelques autres parties, comme les tubercules mamillaires, les parois du troisième ventricule, la glande pinéale.

Quelle que soit la place qu'elle occupe, superficielle ou profonde, cette substance se présente partout avec une constitution à peu près identique. Partout elle se compose surtout de cellules, de tubes nerveux et de

parties accessoires, semblables à celles que nous avons rencontrées dans les parties sous-jacentes de l'axe cérébro-spinal.

C'est sur les circonvolutions qu'elle atteint son plus grand développement; c'est dans ces replis qu'il convient par conséquent d'en faire l'étude générale.

A. — Substance grise des circonvolutions.

Cette substance forme sur les replis cérébraux une couche continue de 5 millimètres d'épaisseur. Elle est de consistance molle, et en rapport intime avec la pie-mère qui la recouvre sur toute sa vaste étendue et qui lui adhère.

Coupée en tranches minces, perpendiculaires à sa surface, puis placée entre deux lames de verre et comprimée, elle apparaît comme

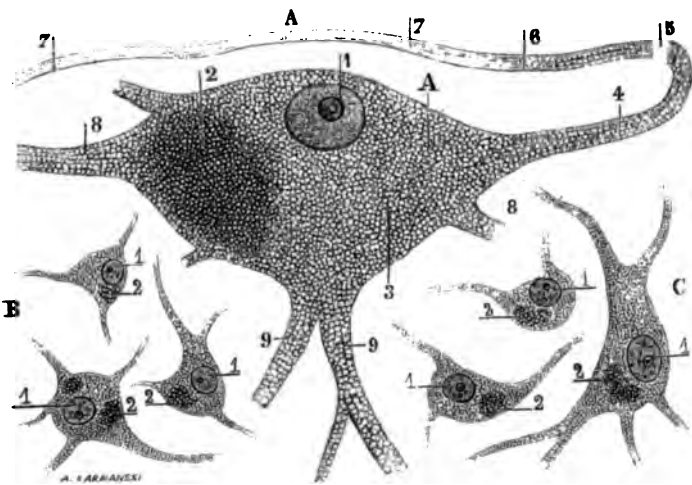


FIG. 148. — Leucytes et chromoleucytes des cellules de la moelle épinière et de l'encéphale.

A. Grande cellule des cornes antérieures de la moelle du cheval. — 1, noyau. — 2, chromoleucytes. — 3, leucytes contribuant à former tous les prolongements, et se disposant à l'origine de ceux-ci en séries parallèles. — 4, l'un de ces prolongements, dont les leucytes disparaissent après un assez long trajet. — 5, section de ce prolongement, dont une partie a été supprimée. — 6, point vers lequel disparaissent les leucytes. — 7, 7, sa partie terminale, représentant un cylindraxe — 8, 8, autres prolongements protoplasmiques. — 9, 9, deux prolongements semblables aux précédents, dont l'un se divise.

B. Leucytes et chromoleucytes des cellules de l'encéphale de l'homme. — 1, 1, 1, corps de ces cellules avec leur noyau et leurs leucytes. — 2, 2, 2, leurs chromoleucytes.

C. Leucytes et chromoleucytes des cellules de l'encéphale du cheval. — 1, 1, 1, leucytes et noyau de ces cellules. — 2, 2, 2, leurs chromoleucytes.

composée de couches superposées, alternativement plus claires et plus sombres, en sorte que la plupart des auteurs, avec Baillarger, lui attribuent une structure lamelliforme, stratifiée, le nombre des couches variant du reste pour chacun d'eux. Cette stratification est plus apparente que réelle, et ne mérite pas l'importance qu'on lui attache. Toutes ces couches peuvent être ramenées à deux principales, une superficielle et une profonde, que ne sépare du reste aucune ligne de démarcation, mais qui diffèrent par leur structure.

a. Couche superficielle de la substance grise des circonvolutions. — Cette couche ne contient que de très petites cellules et des tubes nerveux entourés les uns et les autres par une grande abondance de fibrilles conjonctives, dans lesquelles on remarque d'innombrables capillaires sanguins. Lorsqu'on veut observer les cellules de l'écorce, ce n'est donc pas dans cette couche superficielle qu'il faut les chercher, mais dans la couche profonde.

Pour cette étude, je découpe des circonvolutions cérébrales perpendiculairement à leur surface et je les soumet pendant deux jours à l'action de l'acide chromique au 300°. Je les retire ensuite et substitue



FIG. 149. — Cellules des circonvolutions du cerveau chez l'homme et l'enfant.

A. Cellules des circonvolutions de l'homme. — 1, une cellule tripolaire. — 2, cellule tripolaire avec ses trois prolongements intacts. — 3, cellule quadripolaire. — 4, cellule quintipolaire. — 5, cellule sextipolaire. — 6, petite cellule apolaire.

B. Cellules des circonvolutions du fœtus à terme. — 1, 1, 1, 1, 1, cellules dont les prolongements n'existent qu'à l'état d'ébauche. — 3, 3, 3, cellules dont les prolongements commencent à se dessiner, mais sont encore très rudimentaires.

C. Cellules des circonvolutions d'un enfant de six mois. — 1, 1, cellules apolaires. — 2, 2, 2, cellules dont les prolongements sont déjà bien apparents. — 3, 3, 3, cellules dont les prolongements sont plus développés.

à ce réactif une solution composée de deux parties d'acide acétique au 100°, et d'une partie de glycérine. Après une durée variant de quelques jours à deux à trois semaines, durée qu'on peut prolonger plusieurs mois, je prends sur la substance grise, avec la pointe d'un scalpel, une coupe que j'arrose d'une goutte du même réactif. Si la préparation n'est pas assez transparente, je dépose sur le bord de la lamelle qui la recouvre une goutte de potasse au 10° ou au 5° et je la comprime assez fortement pour dissocier les cellules. Celles-ci apparaissent alors avec leurs prolongements.

Plus souvent je me contente de prendre une particule de la couche profonde de la substance grise que j'enlève avec la pointe du scalpel, et je dépose cette particule ainsi enlevée sur le porte-objet du microscope. Ce dernier procédé est excellent.

Sur la couche superficielle, vue au microscope, on remarque des tubes nerveux qui cheminent à sa surface et dans son épaisseur, et au milieu de ceux-ci un grand nombre de cellules arrondies, très petites et d'égal volume, dont le noyau est difficile à voir, et dont les prolongements sont si courts qu'ils se dérobent le plus souvent à la vue. Sur

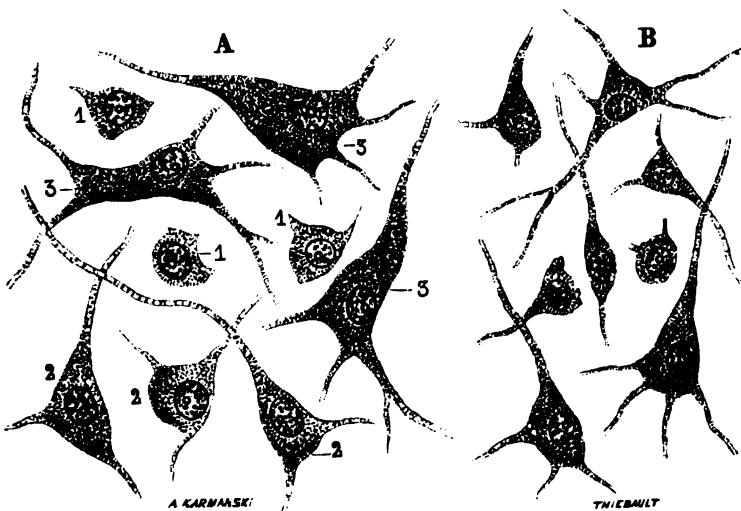


FIG. 150. — Cellules des circonvolutions du bœuf et du veau.

A. Cellules des circonvolutions cérébrales du bœuf. — 1, 1, 1, petites cellules irrégulièrement triangulaires, dont les prolongements n'existent qu'à l'état rudimentaire; leur noyau cependant offre des dimensions égales à celui des autres cellules. — 2, 2, 2, cellules tripolaires. — 3, 3, 3, cellules étoilées.

B. Cellules des circonvolutions du veau. — Elles ne diffèrent des précédentes que par leurs plus petites dimensions et la moindre longueur des prolongements résultant de leur évolution encore incomplète.

quelques-unes seulement on réussit à distinguer ce noyau et les courts prolongements qui en partent ; elles sont arrondies pour la plupart.

b. Couche profonde de la substance grise. — Sur la couche profonde, comprenant les deux tiers de l'épaisseur de l'écorce cérébrale, les cellules au contraire se voient bien, si la préparation a été convenablement comprimée et dissociée ; il en est qui flottent dans le liquide de la préparation et qu'on peut observer dans tous leurs détails, soit qu'on les examine chez l'homme, ou ce qui est préférable sur le bœuf et le cheval chez lesquels elles sont plus volumineuses.

Ces cellules ont pour premier attribut leur grande abondance. Presque toutes sont multipolaires. Leurs prolongements varient de trois à six ou sept ; leur nombre le plus habituel est de quatre à cinq. Beaucoup n'affectent aucune forme déterminée ; mais beaucoup aussi présentent une forme triangulaire. Leur plus gros prolongement et le plus long part alors de leur sommet. De leur base naissent trois à quatre prolongements beaucoup plus petits. Parmi ceux-ci Deiters et ses partisans ont cru voir un prolongement cylindraxe. Ce prétendu prolongement, je l'ai beaucoup cherché, et le plus souvent sur de très bonnes préparations. Je n'en ai jamais rencontré le moindre vestige. Deiters en le décrivant comme réel a cédé bien évidemment au désir de généraliser sa découverte et de lui donner une plus grande importance. Je ne puis m'associer à ses illusions ; tous les prolongements des cellules du cerveau sont des prolongements protoplasmiques.

J'ai pu voir dans toutes ces cellules les leucytes qui entourent leur noyau, et qui sont répandus en grand nombre dans leur protoplasme. J'ai pu constater aussi dans un très grand nombre d'entre elles l'existence de chromoleucytes, très abondants dans quelques-unes, plus rares dans beaucoup d'autres (fig. 148, B).

Comparées entre elles, les cellules diffèrent notablement de volume. Les plus grosses ont reçu de plusieurs auteurs le nom de *cellules géantes*. Elles sont toutes plus considérables que celles de la couche superficielle, mais du reste très variables sous ce point de vue.

Comparées chez l'homme et les grands mammifères, comme le bœuf et le cheval, elles offrent chez ceux-ci des dimensions plus grandes.

Comparées avec celles des cornes antérieures de la moelle, elles sont notablement plus petites que ces dernières.

c. Parties accessoires de la substance grise. — Le tissu conjonctif prend une part importante à la formation de cette substance, mais il a été généralement méconnu dans sa nature. Beaucoup d'historiens le désignent sous le nom de substance amorphe. Telle n'est pas sa nature.

Elle diffère très peu de celle du tissu conjonctif médullaire. Dans la moelle il est représenté par des faisceaux plus gros et plus distincts,

surtout à son point de départ de la pie-mère spinale dont il se détache sous la forme de lames et lamelles. Dans les circonvolutions il devient plus fin, plus mou, semblable sous ce rapport à la pie-mère cérébrale dont il tire aussi son origine. Dans l'écorce cérébrale il se réduit à de très minimes fascicules et le plus souvent à de simples fibrilles, parmi lesquelles on découvre çà et là de petites cellules conjonctives dont les prolongements sont remarquables par leur nombre et surtout par leur grande ténuité.

Le tissu conjonctif a pour attribution de soutenir les éléments disséminés dans son épaisseur; il leur adhère assez fortement en sorte que ceux-ci sont difficiles à isoler.

Dans ce tissu se répandent une prodigieuse quantité d'artérioles, de veinules et de capillaires sanguins. Tous ces vaisseaux se voient bien et peuvent être suivis dans leur trajet. Ils s'anastomosent de manière à former un réseau délicat à mailles étroites et irrégulières.

Nous avons vu précédemment que les veinules présentent, indépendamment de leurs fibres transversales, des fibres longitudinales qu'on ne rencontre que dans cette partie de l'organisme. Nous avons vu aussi

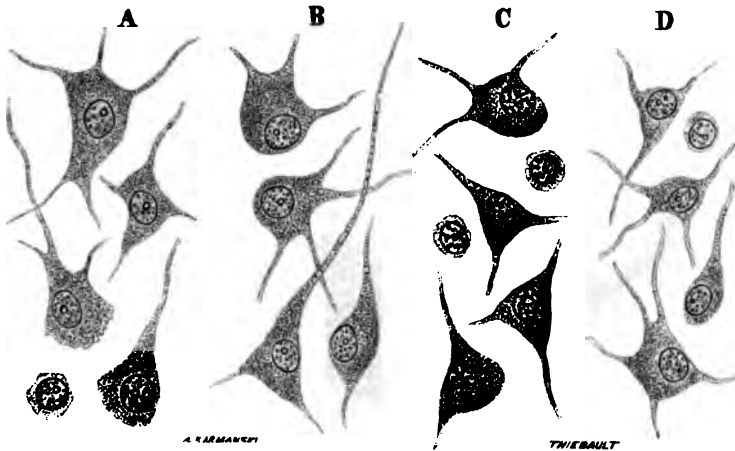


FIG. 151. — Cellules des divers ganglions du cerveau.

A. *Cellules des corps striés.* — Elles sont aussi développées que celles des circonvolutions et pour la plupart étoilées ou multipolaires.

B. *Cellules des couches optiques.* — Elles ne diffèrent pas des précédentes. L'une d'elles présente un prolongement qui a pu être suivi sur une grande longueur.

C. *Cellules des tubercles quadrijumeaux.* — Quelques-unes n'offrent pas de prolongements; les autres sont tripolaires.

D. *Cellules des tubercles mamillaires.* — Le nombre de leurs prolongements varie d'un à cinq. Quelques-unes en sont privées.

que les capillaires sont formés de cellules endothéliales très allongées, dont les noyaux sont pour la plupart bien apparents.

Chacun de ces vaisseaux est entouré d'une large gaine. Toutes les gaines s'anastomosent. Elles restent séparées du contour des vaisseaux par un liquide granuleux, qui se trouve en communication avec le liquide céphalo-rachidien.

B. — Substance blanche des circonvolutions.

Cette substance forme à peu près la moitié de l'épaisseur des replis cérébraux, mais elle ne remplit pas seulement l'intervalle compris entre les deux lames grises qui en occupent la surface. Elle se prolonge aussi dans les deux lames qui l'entourent.

Elle résulte de l'assemblage d'une prodigieuse quantité de tubes nerveux. Ces tubes, selon l'école de Deiters, auraient pour unique origine les prolongements cylindriques des cellules, opinion bien contestable. Comment admettre, en effet, que l'énorme quantité de tubes nerveux formant la masse blanche des hémisphères provient unique-



FIG. 152. — Coupe de l'un des hémisphères du cervelet; disposition relative des deux substances; l'olive cérébelleuse et l'olive bulbaire.

1, 1, olive cérébelleuse gauche occupant le centre de la substance blanche de l'hémisphère correspondant. — 2, coupe oblique des parties latérales de la protubérance. — 3, coupe du pédoncule cérébelleux et de l'hémisphère cérébelleux gauches. — 4, 4, 4, 4, 4, 4, prolongements qui partent de la substance blanche de cet hémisphère pour constituer l'axe des lobes, lobules, lames et lamelles du cervelet. — 5, 5, olive bulbaire. — 6, pyramide antérieure occupant son côté interne.

ment de ces cylindraxes? Il ne faut rien moins qu'une passion toute paternelle pour s'abandonner à une telle illusion. Pour constituer cette masse, ce n'est pas trop de tous les prolongements émanés des cellules de la substance grise.

A leur origine ces tubes représentent de simples cylindraxes de la plus grande ténuité; puis, à mesure qu'ils s'éloignent des cellules, ils s'entourent d'une gaine de myéline, mais sont dépourvus d'une gaine de Schwann. On les voit alors converger vers les corps striés et les couches optiques en se partageant en deux groupes, l'un qui forme le corps calleux et l'autre qui se porte vers les pédoncules cérébraux. Le premier unit les deux hémisphères cérébraux; le second sera l'origine des trois cordons de la moelle épinière.

A cette substance blanche se mêle aussi une notable proportion de tissu conjonctif. Elle renferme également des vaisseaux sanguins très apparents, mais moins abondants que dans la substance grise.

Si de l'écorce cérébrale on passe aux ganglions cérébraux, on constate que ceux-ci se composent des mêmes éléments, semblablement disposés. J'ai vu les cellules des corps striés, des couches optiques, des tubercules quadrijumeaux, des noyaux d'origine des nerfs. Ils ne diffèrent pas de ceux qu'on observe dans la substance grise des circonvolutions. Elles offrent la même forme, le même volume, le même nombre de prolongements (fig. 151).

§ 6. — STRUCTURE DU CERVELET.

Le cervelet se compose comme le cerveau de substance grise rejetée à sa périphérie, et de substance blanche qui en forme la moitié au moins. Celle-ci sur toute sa périphérie se prolonge sous l'aspect de lames et de lamelles que la substance grise recouvre, se comportant ainsi à leur égard comme elle se comporte sur les circonvolutions cérébrales. La surface de cet organe rappelle donc celle du cerveau. Elle présente aussi des circonvolutions, mais moins sinueuses, aplaties, lamelliformes, juxtaposées et concentriques.

Dans le cerveau il existe deux principaux ganglions représentés dans chaque hémisphère par les corps striés et les couches optiques. Dans le cervelet on remarque au centre de chaque hémisphère une lame jaunâtre de substance grise, c'est le *corps rhomboïdal* de Vieussens ou *corps dentelé*, *corps festonné* de Vicq-d'Azyr.

La substance blanche ne se distingue par aucun caractère de celle des autres parties de l'axe cérébro-spinal.

La substance grise forme une couche dont l'épaisseur mesure 2 millimètres. Sa couleur ne diffère pas sensiblement de celle de l'écorce

cérébrale. Comme celle-ci, elle résulte de la superposition de plusieurs couches qui peuvent être ramenées à trois avec la plupart des auteurs: une couche superficielle assez épaisse, une couche moyenne mince et

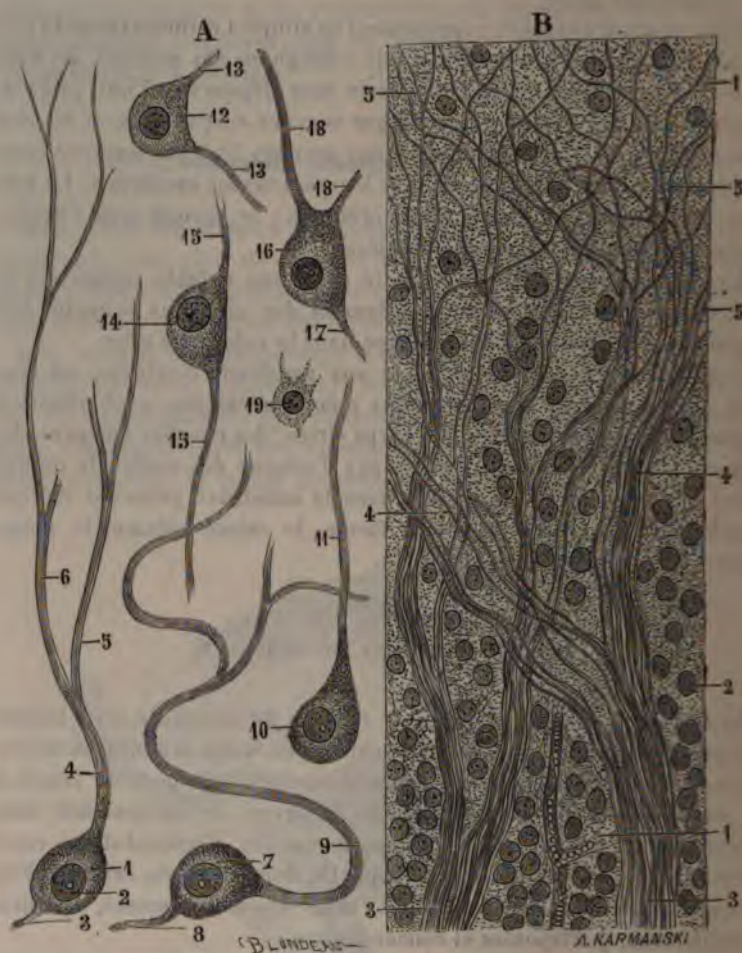


FIG. 153. — Coupe de l'une des lames du cervelet. Structure de cette lame; ses cellules et ses tubes nerveux.

A. *Cellules du cervelet.* — 1, une cellule avec son noyau et ses prolongements. — 2, noyau de la cellule. — 3, son prolongement inférieur, extrêmement court. — 4, son véritable prolongement. — 5, une de ses branches, qui se divise en deux rameaux. — 6, seconde branche, qui se ramifie. — 7, une cellule semblable à la précédente. — 8, son prolongement inférieur. — 9, son prolongement supérieur, qui se divise et se subdivise. — 10, une cellule unipolaire. — 11, son prolongement non ramifié. — 12, cellule, dépourvue aussi de prolongement inférieur, mais possédant deux prolongements supérieurs très écartés l'un de l'autre. — 13, 13, ces deux prolongements.

une couche profonde un peu moins épaisse que la première, beaucoup plus épaisse que la seconde.

La couche superficielle ou *couche granuleuse* forme la moitié au moins de l'épaisseur totale de la lame grise. Elle contient de petites cellules arrondies, offrant l'aspect d'un gros noyau, et un très grand nombre de tubes nerveux, réduits à leur cylindraxe, et disposés par groupes qui se divisent et se ramifient de plus en plus à mesure qu'ils se rapprochent de la surface libre de la substance grise. Au milieu de ces groupes de fibres cheminent les prolongements des cellules de Purchnje. Tous ces éléments sont contenus dans une abondante quantité de tissu conjonctif semblable à celui qu'on rencontre dans les autres parties du système nerveux central.

Au-dessous de la couche granuleuse se présente une couche composée surtout de grosses cellules, d'une forme exceptionnelle. C'est la *couche des cellules* de Purchnje. Ces cellules, très nombreuses et très rapprochées, ne sont pas disposées toutes sur le même plan, en sorte qu'elles se débordent un peu irrégulièrement. Leur étude est du reste facile : on les met toujours en parfaite évidence. Bien qu'elles soient toutes assez volumineuses, elles offrent cependant quelques différences dans leurs dimensions (fig. 153, A).

Les cellules de Purchnje sont constituées par un corps arrondi ou un peu ovoïde, dans lequel on voit un beau noyau, bien évident, et de nombreux leucytes répandus dans une masse protoplasmique. De l'un des pôles du corps de la cellule part un très minime prolongement que Deiters considère comme un prolongement cylindraxe. Ce prolongement toujours très court se dirige vers le centre des hémisphères cérébelleux, et se termine presque aussitôt par une pointe qui disparaît. Dans quelques cellules il fait défaut.

Du pôle opposé naît un prolongement qui est au contraire remarquablement volumineux et qui se dirige vers la surface du cervelet. Ce prolongement est de même nature que le corps de la cellule ; il est com-

— 14, cellule sans prolongement inférieur. — 15, 15, ses deux prolongements supérieurs, si écartés que la cellule prend un aspect bipolaire. — 16, cellule tripolaire. — 17, son prolongement inférieur. — 18, 18, son prolongement supérieur. — 19, cellule nerveuse ordinaire de très petites dimensions.

B. *Coupe d'une lame du cervelet.* — 1, 1, substance finement granulée, constituée par du tissu conjonctif. — 2, grains du cervelet disséminés dans toute l'épaisseur de la substance grise. — 3, 3, faisceaux de tubes nerveux provenant de la substance blanche et s'élevant jusqu'à la surface libre de la substance grise. — 4, 4, ces mêmes faisceaux se divisant en fascicules. — 5, 5, tubes nerveux, isolés, se continuant à leur extrémité libre avec l'extrémité terminale des prolongements émanés des cellules. Cette continuité est difficile à constater ; mais les tubes et les prolongements cellulaires marchant réciproquement à leur rencontre, ils finissent très probablement par se réunir à leurs extrémités. Ainsi s'expliquent l'origine et la grande abondance des tubes qui forment la substance blanche des hémisphères cérébelleux.

posé aussi de protoplasme et de leucytes qu'on retrouve sur presque toute son étendue. Après un trajet souvent très court, quelquefois assez long, il se divise en deux branches, qui ordinairement ne tardent pas à se subdiviser et même à se ramifier.

Le mode de division de ce prolongement ramifié est très variable. Le plus souvent il parcourt un certain trajet avant de se diviser. Mais assez fréquemment aussi il se divise dès son origine; et quelquefois même les deux branches qui le représentent sont séparées par un certain intervalle; on les voit alors s'écarter de leur point de départ et suivre des directions très différentes. Mais toutes les divisions qui en partent se dirigent en définitive vers la surface des hémisphères.

Comment se terminent leurs dernières ramifications? Elles se terminent à des hauteurs différentes en se continuant avec les tubes de la substance blanche qui cheminent en montant dans la couche superficielle ou granuleuse. Ainsi peut se comprendre la prodigieuse quantité des tubes qui naissent de la substance grise et qui forment la masse des hémisphères. Conformément à sa théorie, absolument erronée, Deiters et ses partisans font naître tous ces tubes nerveux du prolongement en virgule des cellules de Purchnyje. Cette opinion ne mérite pas l'honneur d'être discutée.

La troisième couche, ou couche profonde, appelée aussi *couche des grains*, est formée de granules arrondis qu'on pourrait prendre à première vue pour de simples noyaux, mais qui rentrent aussi dans la classe des cellules. Elles sont nombreuses et disposées par groupes inégaux, entre lesquels passent des faisceaux de tubes nerveux, qui se perdent dans la substance blanche ou plutôt qui en proviennent.

Dans le corps rhomboidal de Vieussens ou *l'olive cérébelleuse* il existe des cellules étoilées, assez nombreuses, dont les prolongements vont se joindre aux tubes nerveux, en s'entourant aussi de myéline.

§ 7. — TISSU CONJONCTIF ET VAISSEAUX DE L'ENCÉPHALE.

Dans toutes les parties qui contribuent à former l'encéphale, on observe, comme dans la moelle, des éléments accessoires, représentés par du tissu conjonctif, des artères et des veines.

Le tissu conjonctif, sur la nature duquel les histologistes sont encore très divisés, se montre dans les deux substances qui le composent avec tous ses attributs. Pour l'observateur qui l'a étudié par des procédés convenables, et particulièrement par celui que j'ai fait connaître, ce tissu se retrouve partout en quantité notable, et partout bien caractérisé. Les faisceaux qui entrent dans sa composition sont seulement moins gros, plus unis et, par suite de leurs intrications plus grandes, moins

faciles à reconnaître. C'est la notion incomplète qu'en avaient et qu'en ont encore les anatomistes qui a été la cause principale de leur divergence. Mais ce tissu se laisse facilement ramener à l'état de fibrilles granuleuses, qu'on isole très bien ; et l'on distingue alors parfaitement les granules et la substance amorphe comprise dans leurs intervalles.

Quant aux cellules qui font partie de ce tissu conjonctif, elles ont été vues, signalées, et même assez bien décrites par la plupart des auteurs. Elles diffèrent complètement des cellules nerveuses, soit par leur volume qui est plus petit, soit par leur contour, soit surtout par leurs prolongements, plus nombreux, plus déliés, plus ramifiés. Kolliker en a fait bien connaître les attributs les plus caractéristiques. Elles se présentent dans toute l'étendue du névraxe sous le même aspect.

Ce tissu conjonctif, auquel tous les histologistes ont attaché une grande et légitime importance en lui imposant le nom trop vague de *névroglie*, est mentionné aussi par quelques-uns sous le terme de substance amorphe, dénomination moins acceptable encore, puisqu'il a pour éléments principaux des cellules de forme et de nature spéciale, dont les fibrilles dérivent par voie de simple exsudation.

Les artères de l'encéphale se distinguent surtout par leur multiplicité. L'abondance du sang qu'elles versent dans cet organe a vivement frappé les physiologistes à toutes les époques. Peu d'organes sont aussi vasculaires. Ce qui donne à ses artères une physionomie particulière, c'est leur extrême ténuité au moment où elles l'abordent. Elles ne pénètrent dans la substance grise qu'à l'état de fins ramuscules, afin de soustraire cette substance si délicate à l'ébranlement qui résulterait de leur présence, si elles se comportaient dans cet organe comme dans tous les autres.

En pénétrant dans la substance grise, elles continuent à se ramifier et acquièrent alors un si petit calibre que la circulation perd dans leur cavité son caractère intermittent, en sorte qu'elles ne se dilatent plus et n'ébranlent plus les parties environnantes. De leurs anastomoses résulte un réseau d'une grande richesse que le microscope permet de suivre dans ses moindres détails jusqu'aux capillaires sanguins.

Les veines de l'encéphale sont plus multipliées encore que les artères. Elles sont généralement plus superficielles que celles-ci et sont moins ramifiées et anastomosées. Toutes ces veinules, de même que toutes les artérioles, communiquent entre elles par leurs divisions : périphériques, elles ne forment pas de petits départements plus ou moins isolés, mais un seul et même plexus qui enlace toute la surface sous-jacente, en sorte qu'elles sont solidaires et peuvent mutuellement se suppléer. Disséminées dans la substance grise, ces veines, alors très réduites de calibre, se comportent comme les artères auxquelles elles se trouvent unies et étroitement mêlées.

De la substance grise, les vaisseaux sanguins passent dans la substance blanche, où ils deviennent moins abondants. Dans cette substance, ils continuent à se diviser et à s'anastomoser.

Les vaisseaux sanguins de l'encéphale et plus particulièrement les artérioles sont accompagnés de filets nerveux qui émanent pour la plupart du plexus entourant la carotide interne à son passage dans le sinus caverneux. D'autres accompagnent le tronc basilaire et les divisions qui en partent. Ces filaments nerveux provenant du grand sympathique sont d'une grande ténuité. J'ai pu les suivre sur les artères du cerveau dans une partie de leur trajet. Kolliker dit les avoir suivis jusqu'à l'entrée de celles-ci dans la substance grise.

Ce qui distingue plus spécialement les vaisseaux sanguins de l'encéphale, c'est la présence autour de ces vaisseaux d'une gaine qui se divise et subdivise, comme ceux-ci, en les accompagnant jusque dans la substance blanche. Ces gaines ont été vues par tous les anatomistes et sont faciles à voir. Lorsqu'on arrache les artères ou les veines qui pénètrent dans la substance grise, on arrache aussi toutes les gaines qui les entourent.

Ces gaines péri-vasculaires, signalées par Ch. Robin et d'abord considérées par cet auteur comme des vaisseaux lymphatiques, allant se réunir à ceux de la pie-mère, sont une dépendance du tissu conjonctif de la pie-mère qui prend une part si importante à la formation de cette membrane.

Les gaines péri-vasculaires des vaisseaux de l'encéphale sont plus larges que les vaisseaux contenus dans leur cavité. Entre ceux-ci et chaque gaine il existe un liquide transparent. A leur extrémité externe ou périphérique toutes les gaines se continuent avec la pie-mère et leur contenu avec le liquide céphalo-rachidien. Il offre la même utilité que ce dernier; en oscillant des capillaires vers la surface de l'encéphale et de celle-ci vers les capillaires, il remplit le même office que le liquide céphalo-rachidien en oscillant du crâne vers le rachis et du rachis vers le crâne; en d'autres termes il met la substance grise à l'abri d'une compression partielle, de même que ce liquide protège toute la masse encéphalique contre les fâcheux effets d'une compression générale.

§ 8. — ENVELOPPES DE L'AXE CÉRÉBRO-SPINAL.

Trois membranes entourent le névraxe, la pie-mère, l'arachnoïde, la dure-mère.

La pie-mère, immédiatement appliquée à sa surface, lui adhère partout, mais inégalement. Elle est peu adhérente aux différentes parties de l'encéphale; elle adhère davantage à la moelle épinière. Sur l'enc-

phale elle est surtout composée de vaisseaux ramifiés, anastomosés et formant un réseau assez lâche, soutenu par une trame conjonctive très molle. Sur la moelle épinière elle offre une plus grande densité, due à la condensation de sa trame conjonctive qui prend sur toute sa longueur les caractères d'une membrane fibreuse. Les vaisseaux sanguins, très nombreux aussi, sont contenus pour la plupart dans l'épaisseur de cette membrane, de la surface interne de laquelle naissent les prolongements si remarquables qui cloisonnent la substance blanche.

Au tissu conjonctif si différent par ses propriétés sur la masse encéphalique et sur le prolongement qui en part, s'ajoutent des nerfs très différents aussi sur l'une et sur l'autre. Nous avons vu que sur l'encéphale ils accompagnent les artères. Sur la moelle ils se montrent indépendants, au moins pour la plupart. On peut les suivre assez bien sur la moelle épinière de l'homme; mais ils sont beaucoup plus évidents sur la pie-mère spinale du bœuf et du cheval, dans laquelle ils forment de très élégants réseaux. Ils viennent du grand sympathique.

L'arachnoïde fait partie de la grande famille des membranes séreuses. Comme toutes les membranes du même ordre, elle offre un feuillet pariétal et un feuillet viscéral. Mais ces deux feuillets ne se comportent pas comme ceux des séreuses du tronc. Le feuillet pariétal de la plèvre, du péricarde, du péritoine adhère peu aux parties sous-jacentes; le feuillet viscéral est au contraire très adhérent. Une disposition inverse se voit sur l'arachnoïde; le feuillet pariétal est étroitement uni à la dure-mère; le feuillet viscéral est à peu près entièrement indépendant de la pie-mère. C'est au-dessous de ce feuillet que se trouve le liquide céphalo-rachidien; et c'est pour favoriser la libre oscillation de ce liquide que la disposition générale de la séreuse encéphalo-médullaire diffère si notablement des autres séreuses de l'organisme.

La dure-mère est une membrane fibreuse très résistante. Dans le crâne elle adhère aux os. Dans le rachis elle ne leur adhère nullement. Sa portion crânienne est presque exclusivement formée de faisceaux de tissu conjonctif. Sa portion spinale se compose de tissu conjonctif et de fibres élastiques; lorsqu'on a détruit par la méthode des dissociations le tissu conjonctif, les fibres élastiques restées intactes suffisent pour lui conserver toute sa solidité. Les deux principaux départements de cette enveloppe diffèrent donc essentiellement: l'une ne se prête à aucun allongement; l'autre est expansible dans une certaine limite et se laisse ainsi dilater au moment où le liquide céphalo-rachidien reflue dans sa cavité.

Les deux portions crânienne et spinale diffèrent encore sous un autre point de vue important de leur structure: la première possède des nerfs qui accompagnent l'artère sphéno-épineuse et qu'on peut suivre

facilement à l'aide de la méthode des dissociations, c'est-à-dire en ramollissant le tissu fibreux dont elle est formée; la seconde est privée de filets nerveux.

Ainsi, en les comparant dans leur structure, on trouve d'un côté des nerfs et pas de fibres élastiques, de l'autre des fibres élastiques en prodigieuse quantité, et point de nerfs. Ajoutons que la dure-mère crânienne est vasculaire, et que la dure-mère spinale ne contient que de rares vaisseaux.

§ 9. — DÉVELOPPEMENT DE L'ENCÉPHALE.

Nous avons vu comment se développe la gouttière médullaire; comment ses deux bords se rapprochent et se soudent l'un à l'autre pour former le canal médullaire d'abord très large de la moelle.

Dès que le canal médullaire est constitué, on voit son extrémité supérieure se dilater en ampoule; bientôt un second renflement se montre au-dessous du premier, puis un troisième au-dessous du second. Ces trois renflements sont le premier rudiment de l'encéphale.

Les étranglements qui les séparent, à peine prononcés au début, s'accroissent ensuite davantage. Les renflements compris dans leurs intervalles sont considérés alors comme autant de vésicules, distinguées en antérieure, moyenne et postérieure, qu'on pourrait appeler aussi supérieure, moyenne et inférieure.

En s'accroissant, ces trois vésicules se modifient dans leur situation relative: la supérieure s'incline fortement en bas et en avant; la moyenne occupe alors le sommet de la tête; l'inférieure répond à la nuque, elle fait avec la moelle un angle très saillant en arrière.

Leur forme se modifie aussi. Un sillon transversal divise la vésicule supérieure en deux parties: l'une antérieure, qui formera la presque totalité du cerveau, d'où le nom de *cerveau antérieur* qui lui a été donné; l'autre, postérieure, qui formera la couche optique et le ventricule moyen; c'est le *cerveau intermédiaire* de quelques auteurs.

La vésicule moyenne ou *cerveau moyen* ne se divise pas. Elle correspond à l'aqueduc de Sylvius, aux tubercules quadrijumeaux qui le surmontent et aux pédoncules cérébraux.

La vésicule inférieure ou postérieure se partage en deux autres, une antérieure ou *cerveau postérieur*, et une postérieure ou *arrière-cerveau*. De ces deux vésicules secondaires, la première donnera naissance au cervelet et à la protubérance, la seconde au bulbe rachidien.

L'encéphale, dans la première période de son évolution, affecte donc la forme d'une cavité tubuleuse, que des étranglements partagent en

plusieurs cavités plus petites, situées sur le prolongement les unes des autres, et toutes communiquant très largement entre elles.

A une époque plus avancée un nouvel étranglement se montre. Mais il se dirige d'avant en arrière et ne porte que sur la vésicule la plus grosse et la plus antérieure. Il divise le cerveau antérieur en deux moitiés latérales: ce sont les hémisphères. Sa cavité, jusque-là unique, se partage ainsi en deux cavités, qui représentent les ventricules latéraux. Cet étranglement antéro-postérieur ou *grande scissure inter-hémisphérique* n'est pas complet, en sorte que les deux ventricules communiquent largement entre eux et avec le ventricule moyen.

Beaucoup plus tard, d'autres dépressions à contours sinueux, mais moins profondes, se dessinent sur la surface des hémisphères; alors paraissent les circonvolutions qui recouvrent l'encéphale des mammifères, mais qui font défaut chez les ovipares, c'est-à-dire dans les trois classes inférieures de l'embranchement des vertébrés.

§ 10. — STRUCTURE DE LA PARTIE PÉRIPHÉRIQUE DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE.

Cette partie périphérique est représentée par l'ensemble des nerfs qui naissent de l'axe cérébro-spinal. Leur disposition générale nous étant connue, nous n'avons plus à étudier que leur origine, leur structure, leur terminaison.

A. — Origine.

Comparés dans leur origine, nous savons qu'ils se divisent en deux ordres, les nerfs spinaux ou rachidiens, et les nerfs crâniens ou encéphaliques. Cette distinction est fondée; car, pris à leur point de départ, les uns et les autres en effet diffèrent beaucoup.

Les nerfs crâniens ont pour origine des noyaux de substance grise, dont M. Mathias Duval nous a donné une étude très complète. Dans ces noyaux se trouvent de nombreuses cellules multipolaires; les prolongements qu'elles présentent sont le point de départ de leurs radicules. Ici leur origine n'est pas contestable. Au moment où ces radicules se rassemblent pour constituer leur tronc, ils reçoivent de la pie-mère une enveloppe qui les recouvre, qui se condense, et qui les accompagne ensuite dans toute la longueur de leur trajet. Cette enveloppe a reçu le nom de *névritème*.

Les nerfs rachidiens sont formés à leur naissance par les racines qui émergent des sillons collatéraux de la moelle épinière. Quelle est l'ori-

gine de ces racines? Viennent-elles de l'encéphale? viennent-elles de la moelle? ou en partie de l'une et l'autre source?

Les coupes transversales semblent démontrer que les racines antérieures naissent des cornes sous-jacentes, et que les postérieures naissent aussi de la substance grise de la moelle. On voit en effet sur ces coupes les prolongements des cornes antérieures se diriger pour la plupart vers la substance blanche dans laquelle il devient impossible de les suivre. L'observation nous laisse donc dans le doute sur leur trajet ultérieur et sur leur continuité avec les racines qui s'en trouvent les plus rapprochées. Pour le plus grand nombre des anatomistes, cette continuité serait réelle pour les prolongements cylindraxiles, et encore douteuse pour les prolongements protoplasmiques. Mais dans l'encéphale les cellules étant considérées avec raison comme l'origine des nerfs crâniens, l'analogie nous conduirait à admettre que celles de la moelle sont aussi l'origine des nerfs rachidiens. Cette conclusion toutefois est une simple probabilité. Un fait aussi important exigerait une démonstration plus complète.

D'une autre part, parmi les tubes nerveux qui contribuent à former les racines des nerfs spinaux, il en est qui proviennent de l'encéphale, puisque tous les désordres graves survenant dans cet organe se traduisent par une hémiplegie portant sur le côté opposé. Il faut donc reconnaître qu'une partie au moins de ces racines se trouvent en continuité avec la masse encéphalique.

Les nerfs rachidiens naîtraient ainsi, en partie de l'encéphale, en partie de la moelle. Leur origine n'est pas aussi clairement établie que celle des nerfs crâniens. La science sur ce point, si intéressant pour la physiologie, est encore pleine d'obscurité.

Comme celles qui partent de l'encéphale, les racines émanant de la moelle reçoivent de la pie-mère spinale une enveloppe qui, d'abord propre à chacune d'elles, se confond sur les troncs nerveux, résultant de leur juxtaposition, en une gaine unique. Tous les nerfs rachidiens possèdent donc aussi un névrilème.

B. — Structure des nerfs.

Les nerfs, comme les muscles striés, se laissent décomposer en faisceaux et fascicules. Le dernier terme de cette décomposition est la fibre élémentaire, appelée aussi fibre primitive ou tube nerveux.

Les faisceaux et fascicules d'un même tronc ou d'une même branche se groupent sous une enveloppe commune, qui fournit à chacun d'eux une gaine secondaire : c'est le *névrilème*.

Chacun de ces faisceaux et fascicules est immédiatement entouré par

une autre enveloppe plus mince et plus délicate, qui se divise et subdivise comme eux : c'est la *gaine de Henle*, le périnèvre de Ch. Robin.

Dans leur épaisseur cheminent des vaisseaux sanguins assez nombreux et quelques ramuscules nerveux qui les accompagnent, et qui dépendent du névrilème.

Ces ramuscules nerveux sont aux nerfs ce que les *vasa vasorum* sont aux vaisseaux, d'où le nom de *nervi nervorum* que je leur ai donné.

Envisagés dans leur structure, les nerfs nous offrent donc à étudier : 1° la disposition relative des divers faisceaux qui les composent ; 2° les tubes nerveux qui constituent ces faisceaux ; 3° leur enveloppe immédiate ou gaine de Henle ; 4° leur enveloppe fibreuse ou névrilème ; 5° leurs éléments accessoires, artères, veines, *nervi nervorum*.

1° Faisceaux nerveux.

Les nerfs se composent de faisceaux principaux et de faisceaux plus petits. Mais aucun ordre ne préside à la répartition des uns et des autres. A côté et dans l'intervalle des faisceaux les plus volumineux, on trouve des faisceaux de moindres et même de très minimes dimensions. Ces faisceaux en un mot sont très inégaux et très irrégulièrement mélangés dans tous les cordons nerveux et souvent aussi dans toutes les divisions qui en partent.

Une disposition plus remarquable consiste dans l'échange presque continu qui s'opère entre les faisceaux des divers ordres. On voit dans leur trajet des faisceaux, de volume très différent, abandonner des fascicules de diamètres variables aux faisceaux voisins et s'unir ainsi par des échanges incessants à tous ceux qui les entourent. De là une intrication très grande, qui fait de chaque cordon nerveux un véritable plexus. Cette disposition plexiforme descend des gros troncs à toutes leurs principales divisions.

On pourrait croire que les nerfs parvenus dans les organes auxquels ils se rendent se simplifient dans leur conformation intérieure ; que les faisceaux devenus plus petits se montrent plus indépendants et plus rectilignes ; ce serait une erreur. A leur entrée dans ces organes, sur la plupart des ramifications qui les parcourent et jusque dans leurs dernières divisions on retrouve la même disposition plexueuse, la même tendance à s'entremêler.

Ainsi dans les muscles qui meuvent le globe de l'œil et qui reçoivent des nerfs relativement volumineux, toutes les branches de ces nerfs sont plexiformes. Sur les coupes perpendiculaires à leur direction on reste surpris de la fréquence de leurs anastomoses, et de l'intrication très complexe qui caractérise chacune de celles-ci. La disposition

plexiforme des faisceaux nerveux compris sous la même enveloppe se prolonge donc sur toute leur longueur, sans rien perdre de leur complexité primitive.

Pour constater cette disposition, on s'est borné jusqu'à présent à fendre le névrilème, à l'étaler sur un liège et à isoler les divers faisceaux d'un cordon nerveux par voie de simple dissection. Ce procédé, un peu trop primitif, est insuffisant. Il en est un autre, beaucoup plus rapide et plus satisfaisant dans ses résultats. Il consiste à plonger pendant trente-six ou quarante-huit heures un cordon nerveux, le sciatique, le médian, ou tout autre, dans une solution ainsi composée : acide sulfurique au 5°, neuf parties; acide acétique, une partie. Ce laps de temps écoulé, on fait bouillir pendant une ou deux minutes le tronçon nerveux dans cette autre solution : acide sulfurique au 20°, neuf parties; acide acétique, une partie. Le névrilème est alors attaqué dans sa résistance, très ramolli, de couleur jaunâtre, tandis que les faisceaux sont au contraire d'un blanc éclatant. En disséquant le tronc nerveux dans l'eau, ou même à l'air libre, on arrive presque aussitôt à mettre en évidence la disposition plexiforme des cordons nerveux.

Pour voir cette même disposition sur les divisions terminales des nerfs, par exemple dans les muscles oculaires, on laissera préalablement séjourner le muscle dans l'acide acétique glycéринé : acide acétique au 100°, deux parties; glycérine, une partie. Après une immersion de quelques jours, la disposition plexiforme des ramifications nerveuses devient très évidente.

2° Tubes nerveux.

Les tubes nerveux des nerfs de la vie animale sont de trois ordres : tubes à myéline; tubes sans myéline, recouverts seulement par la gaine de Schwann; tubes sans myéline et sans gaine de Schwann.

a. Les tubes nerveux à myéline sont les plus nombreux; ce sont eux qui prennent la part la plus importante à la constitution des nerfs. Ils sont aussi les plus volumineux. Mais il en existe de diamètre très divers, en sorte qu'on a pu les diviser en tubes gros, tubes moyens et tubes fins. Leur couleur est d'un blanc laiteux sur les nerfs soumis à l'action de l'eau, de l'alcool et des acides, d'une teinte opaline et demi-transparente à l'état normal.

Ces tubes présentent une longueur égale à celle des nerfs qu'ils concourent à former. Chacun d'eux s'étend donc de l'axe cérébro-spinal à l'organe dans lequel il se termine. Ce point terminal, c'est-à-dire la partie organique qui lui correspond se trouve ainsi sous l'influence immédiate du centre nerveux. S'il s'agit d'une partie sensible, l'impres-

sion faite sur ce point est aussitôt transmise à l'encéphale. S'il s'agit d'un muscle strié, une incitation venue de cet organe en détermine la contraction.

Les tubes à myéline cependant ne restent pas simples dans toute leur étendue. Chemin faisant, mais surtout lorsqu'ils pénètrent dans les organes et se répandent dans les divers points de leur épaisseur, ils se divisent en deux ou plusieurs ramuscules qui tantôt sont encore entourés de myéline, et qui souvent aussi se dépouillent de leur enveloppe médullaire. Ils passent alors à l'état de simples cylindraxes,

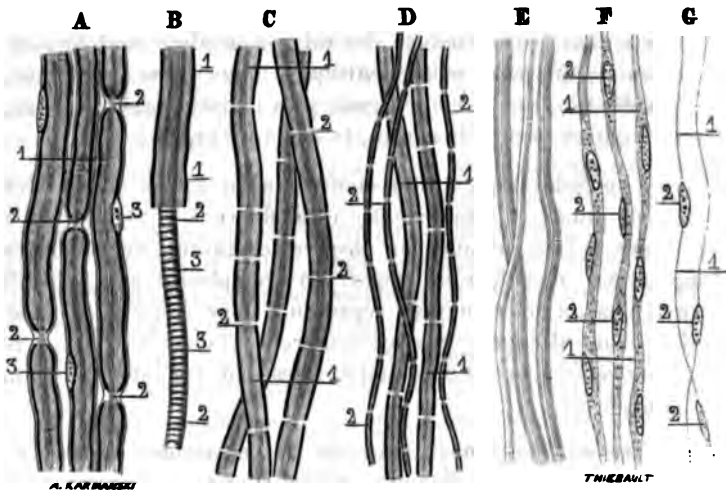


FIG. 154. — Les principales variétés de tubes nerveux.

A. Gros tubes nerveux à myéline. — 1, l'un de ces tubes nerveux. — 2, 2, 2, 2, étranglements que présentent ces tubes sur leur trajet. — 3, noyaux de leur gaine de Schwann.

B. Structure de l'un de ces tubes. — 1, 1, sa gaine médullaire. — 2, 2, son cylindraxe. — 3, 3, stries qu'il présente sur son trajet lorsqu'on le traite par le nitrate d'argent.

C. Gros tubes nerveux à myéline des ganglions latéraux du grand sympathique. — 1, 1, trois de ces tubes. — 2, 2, 2, 2, solutions de continuité de leur gaine médullaire, sans trace d'étranglement.

D. Tubes nerveux à myéline de diamètre très différent. — 1, 1, gros tubes. — 2, 2, petits tubes. Les uns et les autres sont entourés d'une gaine médullaire offrant des solutions de continuité échelonnées à de courtes distances.

E. Cylindraxes de volume inégal, dépouillés de leur gaine médullaire, cylindriques et transparents.

F. Nerfs gris. — 1, 1, leur cylindraxe dans lequel on remarque de nombreux leucocytes. — 2, 2, 2, 2, 2, noyaux de leur gaine de Schwann.

G. 1, 1, cylindraxes isolés réduits à leur plus extrême ténuité. — 2, 2, 2, cellules qui leur donnent naissance; leur noyau est seul visible.

lesquels peuvent se diviser aussi en un grand nombre de ramifications, ainsi que nous le verrons en étudiant la terminaison des tubes nerveux.

Ces tubes considérés dans leur conformation extérieure sont remarquables par la présence d'étranglements circulaires, très rapprochés et situés à des distances à peu près égales.

Pour mettre ces étranglements en évidence, on fait en général usage de l'acide osmique et du nitrate d'argent. Je les ai vus sur des muscles simplement immergés dans la solution suivante : acide acétique au 100^e, deux parties; glycérine, une partie. Ils étaient très évidents, chez l'homme et chez la plupart des vertébrés, particulièrement sur la raie dont les faisceaux musculaires primitifs sont si larges.

Considérés dans leur structure, les tubes à myéline sont formés de trois éléments superposés et concentriques : une gaine extérieure, la *gaine de Schwann*, une gaine moyenne plus importante, la *myéline*, et un cylindre qui en occupe le centre, le *cylindraxe*.

La *gaine* de Schwann est une membrane de nature conjonctivale, extrêmement mince et transparente : elle adhère à la myéline qu'elle protège. Sous sa face profonde on observe des noyaux, ovoïdes à grand axe longitudinal, et autour de ceux-ci un protoplasme pâle, difficile à distinguer. Chacun de ces noyaux représente donc une cellule. Toutes ces cellules sont allongées et assez nombreuses; nous les retrouverons plus nombreuses encore et plus rapprochées dans les tubes de seconde classe ou nerfs gris.

La *myéline* ou gaine médullaire est de consistance molle, semi-liquide, et d'aspect très différent selon les conditions dans lesquelles on l'observe. A l'état normal elle paraît presque liquide et offre une grande réfringence; sur les tubes divisés elle s'écoule à la manière d'une substance sirupeuse, sous la forme de larges gouttelettes. Lorsqu'elle séjourne dans l'eau, elle perd son homogénéité, se fragmente et prend une apparence granuleuse. Sous l'action des acides elle subit des modifications analogues. L'acide osmique lui communique une couleur noire. Vue au microscope, elle présente un double contour.

Sa composition chimique est complexe. Elle comprend un assez grand nombre de principes qui prennent une part fort inégale à sa composition. L'eau en forme les deux tiers environ; l'autre tiers est représenté surtout par des principes gras de nature diverse. Haller pensait que le cerveau est le seul organe qui reste étranger à ces principes. C'était une erreur. Il participe à l'embonpoint général. Seulement la graisse qui par son abondance plus grande en augmente le volume ne se présente pas dans cet organe sous la forme de cellules adipeuses; elle se dépose dans les gaines médullaires dont l'épaisseur s'accroît alors plus ou moins selon les individus. Chez quelques-uns la

quantité de myéline peut atteindre des proportions assez grandes pour mettre la surface de l'encéphale en contact immédiat avec les parois du crâne, c'est-à-dire pour prendre la place du liquide céphalo-rachidien qui se réfugie alors en totalité dans le rachis. Chez les individus ainsi envahis par l'embonpoint cérébral, le cerveau subit une sorte de compression permanente qui a pour effet de produire une tendance continuelle au sommeil.

Le *cylindraxe* ou *filament axile* constitue l'élément le plus important des nerfs. Les gaines qui le recouvrent ont surtout pour destination de le protéger. Mais souvent elles font défaut; sa présence suffit pour conserver aux filets nerveux leurs attributions physiologiques.

Ce filament forme à peu près la moitié des tubes à myéline; il en occupe toujours très exactement le centre dans tout son trajet. Il est transparent, d'apparence amorphe, mou et flexible. Remak le croyait creux et le comparait à un tube. Max Schultze pense qu'il est réductible en fibrilles; mais aucun fait n'est venu confirmer ni sa conformation tubulaire, ni sa structure fibroïde. Mauthner avait cru remarquer sur sa périphérie une partie plus claire, plus transparente que la partie centrale, et considérait cette partie périphérique comme une enveloppe spéciale; elle doit être considérée plutôt comme le résultat des réactifs employés pour la démontrer.

Soumis à l'action du picrocarminate d'ammoniaque, le cylindraxe prend une teinte rosée. Sous l'influence du nitrate d'argent il se colore en noir, mais inégalement; les parties colorées offrent la forme de stries sombres, séparées par des stries claires et plus minces. Ces stries, observées d'abord par Frohman, ont été vues et décrites ensuite par M. Grandry et tous les anatomistes.

Au niveau des étranglements des tubes à myéline le cylinder axis poursuit son trajet sans se modifier. Mais la gaine médullaire disparaît, en sorte qu'elle se trouve interrompue sur chacun de ces points. La gaine de Schwann se déprime alors et participe à l'étranglement, mais le filament axile conserve son diamètre.

Lorsqu'il approche de sa terminaison, ce filament se termine souvent par une extrémité effilée, mais souvent aussi il se divise en deux ou plusieurs filaments secondaires. Sa division s'opère toujours au niveau d'un étranglement. Au delà on voit chacun de ces filaments secondaires se recouvrir d'une nouvelle gaine de myéline, et l'abandonner lorsque survient un nouvel étranglement. Après une série d'étranglements répétés à de plus courts intervalles, la myéline disparaît définitivement; la gaine de Schwann disparaît aussi; et le cylindraxe réduit à lui-même, complètement isolé, continue de se diviser et subdiviser, en se ramifiant et s'atténuant de plus en plus; ses

dernières ramifications atteignent une telle ténuité qu'elles disparaissent dans l'épaisseur du tissu correspondant (fig. 116 et 117).

3° Gaine de Henle.

La gaine de Henle, *périnèvre* de Ch. Robin, a été entrevue en 1822 par Bogros. En injectant au mercure un cordon nerveux il vit le métal se répandre en colonne divergente dans son épaisseur, et fut ainsi conduit à penser que les faisceaux nerveux et leurs divisions sont contenus dans un canal ramifié. Plus tard cette gaine, déjà signalée par Henle, a été mieux étudiée par Ch. Robin, par Hoyer et quelques autres histologistes qui ont fixé la science sur ce point.

Nous avons aujourd'hui que cette gaine est une dépendance du tissu conjonctif. Elle est mince, transparente, douée cependant d'une certaine résistance et partout continue avec elle-même. Les fibrilles conjonctives qui la composent sont déliées, entre-croisées et difficiles à voir par suite de leur grande ténuité.

Sur la face interne de cette gaine conjonctivale on voit des cellules, à contour irrégulier, munies d'un noyau situé à leur centre, et soudées entre elles par leurs bords à l'aide d'un ciment que le nitrate d'argent met en évidence. Ainsi soudées, ces cellules constituent un endothélium qui tapisse les parois de la gaine de Henle sur toute leur longueur. Quelquefois cette couche endothéliale est double, autour des principaux faisceaux. Sur les divisions de ceux-ci, et particulièrement sur les tubes isolés, elle se réduit à un seul plan.

Par sa face interne la gaine de Henle s'applique aux faisceaux et fascicules nerveux en se prolongeant jusqu'à leurs dernières divisions. Sur les tubes isolés elle se superpose à la gaine de Schwann dont elle reste distincte, ne lui adhérant sur aucun point.

4° Névrilème.

Tapissé d'une couche endothéliale, le périnèvre a pu être comparé à l'arachnoïde. En poursuivant ce rapprochement, le névrilème pourrait être comparé à la dure-mère. Il offre en effet tous les caractères qui sont propres au tissu fibreux. Il en possède la couleur d'un blanc terne, l'opacité, la résistance, l'inextensibilité.

Cette enveloppe fibreuse est surtout très développée sur les troncs nerveux. A mesure que ceux-ci diminuent de grosseur, elle diminue aussi d'épaisseur, et finit par disparaître sur leurs dernières ramifications.

De la face interne du névrilème partent des prolongements d'inégale

épaisseur qui pénètrent entre les divers faisceaux du cordon nerveux, et qui les séparent en les unissant entre eux. Ils se prolongent jusqu'à leur centre, en se subdivisant et s'unissant aussi, de manière à leur former autant de gaines secondaires qui entourent leur gaine de Henle, et qui adhèrent à la face externe de celle-ci.

Ces prolongements et la gaine principale dont ils se détachent sont formés par des faisceaux de tissu conjonctif, bien caractérisés, parallèles sur certains points, mais se croisant et s'entremêlant presque partout. Ces faisceaux, si diversement dirigés, diffèrent aussi beaucoup de volume. Dans les intervalles qui les séparent, comme dans toutes les autres dépendances du système conjonctif, il existe des cellules assez nombreuses, très rapprochées sur certains points, beaucoup plus espacées sur d'autres. Ces cellules, ici comme partout ailleurs, sont les organes producteurs des faisceaux avec lesquels elles se trouvent en rapport; ils en dérivent et ne présentent qu'une valeur subordonnée à celles-ci.

Le névrilème a pour attribution de sauvegarder l'intégrité des tubes nerveux. Lorsque ceux-ci sont comprimés, ou violemment allongés, ou menacés par un agent quelconque, il résiste pour eux et les protège si efficacement qu'au milieu des plus graves désordres on trouve souvent les nerfs intacts.

5° Parties accessoires des nerfs.

Ces parties accessoires sont représentées par des vaisseaux sanguins, des nerfs propres au névrilème ou *nervi nervorum*, et du tissu adipeux.

Les artères qui pénètrent dans les cordons nerveux sont assez nombreuses, et même assez volumineuses. Elles cheminent d'abord dans l'enveloppe générale, puis s'avancent en se divisant dans les enveloppes de second ordre. Elles se ramifient donc dans toute leur épaisseur. En s'anastomosant elles forment un réseau qui enlace les faisceaux principaux et les fascicules qui en partent. Leurs dernières divisions s'arrêtent autour de la gaine de Henle dans laquelle elles ne pénètrent pas. Ces artérioles, sur la plus grande étendue de leur trajet, sont encore revêtues de leur tunique musculaire très manifeste.

Des veines volumineuses aussi accompagnent ces artères, dont elles occupent en général le voisinage; elles sont également anastomosées et pourvues de fibres musculaires non moins évidentes. Entre les artérioles et les veinules se voit un riche réseau de capillaires qui s'appauvrit sur les divisions nerveuses de petit diamètre.

Les *nervi nervorum*, dont j'ai le premier signalé l'existence, se comportent ici comme dans les tendons, comme dans les ligaments, comme dans la dure-mère crânienne et toutes les autres parties du

système fibreux. Ils sont beaucoup moins développés que dans les tendons. Mais c'est aussi sur le trajet des vaisseaux sanguins qu'on les rencontre. Ils forment de très petits filaments, dont les tubes sont recouverts cependant de myéline, et recouverts aussi d'une gaine de Schwann, difficile à voir. C'est sur les principaux nerfs, c'est-à-dire sur les plus volumineux, qu'on peut les suivre. Ils disparaissent sur les divisions de second et de troisième ordre, ou du moins se dérobent alors à la vue.

Pour constater leur existence, il faut faire usage de la méthode des dissociations. C'est à l'aide de cette méthode que j'avais réussi d'abord à les voir sur la pie-mère spinale et sur la dure-mère crânienne. Lorsque le névrilème a été préalablement ramolli par l'action de l'acide sulfurique, on étale le cordon nerveux, on en retire les faisceaux et les tubes, ce qui est facile ; et, prenant alors une particule du névrilème réduit à l'état de pulpe, on l'examine au microscope en recouvrant les préparations d'une goutte d'acide acétique au 100^e glycéroliné. En suivant les vaisseaux sanguins on aperçoit sur quelques points les *nervi nervorum* qui les accompagnent.

Dans les cordons nerveux on rencontre aussi des vésicules adipeuses. Elles sont constantes, mais plus ou moins abondantes. Il en

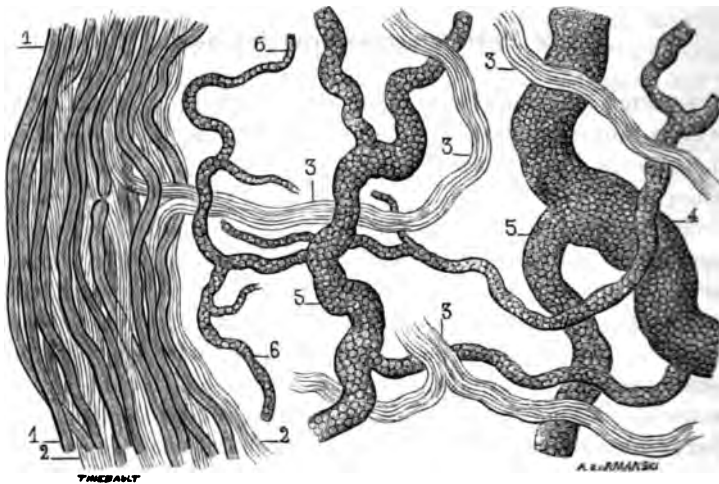


FIG. 155. — Nervi nervorum.

1, 1, tronc nerveux, composé de gros tubes à myéline et de très petits tubes nerveux pourvus aussi d'une mince gaine médullaire. — 2, 2, groupes de très petits tubes. — 3, 3, 3, autres groupes semblables partant du tronc principal et cheminant au milieu des faisceaux conjonctifs et des vaisseaux du névrilème. — 4, un gros capillaire sanguin. — 5, 5, capillaires plus petits. — 6, 6, capillicule.

existe déjà à la naissance. Avec l'âge elles augmentent de nombre et se disposent alors çà et là sous forme d'amas ou de traînées. C'est sur le trajet des vaisseaux sanguins qu'elles s'accumulent. Leur nombre chez les vieillards est toujours très considérable, d'où la couleur souvent jaunâtre des nerfs à cet âge.

C. — Terminaison des nerfs.

Les nerfs se terminent très différemment selon qu'ils se rendent dans des organes moteurs ou dans des organes doués de sensibilité.

Nous avons vu comment ils se terminent dans les muscles à fibres lisses, et comment aussi ils se terminent dans les muscles à fibres striées. Cette étude nous a montré que dans les premiers ils sont représentés à leur extrémité terminale par des ganglions remarquablement volumineux, desquels naissent des prolongements ramifiés, qui sont pour la plupart de simples cylindraxes. Elle nous a montré aussi que dans les muscles striés les nerfs moteurs se terminent par des plaques nucléées ou plaques motrices sous-jacentes au sarcolemme, et les nerfs sensitifs par des cylindraxes très ramifiés, très anastomosés et entourés çà et là de très minimes cellules formant des amas irréguliers et inégaux sur leur trajet.

Si des muscles nous passons aux membranes tégumentaires et aux organes des sens, les différences qu'on observe dans leur terminaison ne sont pas moins variées.

Sur la peau, les tubes nerveux se terminent dans les corpuscules du tact, dans les corpuscules de Pacini et dans l'épiderme. Ceux qui vont se perdre dans les corpuscules du tact, souvent au nombre de deux ou trois pour chaque corpuscule, les contournent et disparaissent dans une petite masse granulée et nucléée. Ceux qui se rendent aux corpuscules de Pacini, que nous étudierons plus loin, pénètrent dans leur cavité centrale à l'état de cylindraxe, lequel se divise quelquefois à son extrémité en deux ou trois ramuscules plus petits. Ceux qui passent du derme dans l'épiderme sont aussi des cylindraxes, mais beaucoup plus déliés et d'abord disposés en réseau. Les nerfs de la cornée affectent un semblable mode de terminaison; ils sont seulement beaucoup plus développés et plus ramifiés que ceux de l'épiderme cutané.

Dans le sens du goût les dernières divisions des tubes nerveux s'épuisent dans la couche épidermique qui recouvre les papilles caliciformes et fongiformes et se réduisent aussi à cette limite extrême à de fins cylindraxes. Dans les sens de l'olfaction, de la vision et de l'audition, dont l'étude relève de l'histologie spéciale, c'est une terminaison analogue que l'observation a permis de constater.

De l'ensemble des faits aujourd'hui connus on peut conclure que les tubes nerveux se terminent par des extrémités libres que représente leur partie axiale de plus en plus atténuée et devenant si ténue qu'elle échappe même en partie aux plus forts grossissements.

Entre tous nos organes c'est dans les muscles striés que cette terminaison se montre avec le plus de netteté, ainsi que l'attestent les descriptions que nous en avons données et les procédés nouveaux que nous recommandons pour leur étude.

D. — Des ganglions annexés aux nerfs du système nerveux de la vie animale.

A chacun des nerfs rachidiens est annexé un ganglion, situé sur leurs racines postérieures ou sensibles, dans les trous de conjugaison des vertèbres, d'où leur nom de *ganglions inter-vertébraux* ou *spinaux*.

Sur la racine sensible de la cinquième paire crânienne, on observe un ganglion du même ordre, le *ganglion* de Gasser. Le glosso-pharyngien à sa sortie du crâne présente un petit ganglion analogue. Dans le crâne, sur un point plus rapproché de leur origine, il existe aussi un ganglion sur le trajet des nerfs olfactifs et auditifs.

La présence d'un renflement ganglionnaire sur les nerfs du système nerveux de la vie animale et sur un point plus ou moins rapproché de l'axe cérébro-spinal est donc un fait général. Un second fait, non moins facile à constater, est relatif à la situation de ces ganglions; c'est sur les nerfs de sensibilité générale ou spéciale qu'on les rencontre.

A ces ganglions on pourrait en joindre d'autres qui se trouvent sur le trajet des branches de la cinquième paire; mais ces derniers renflements peuvent être considérés comme une dépendance du système nerveux de la vie organique.

Ceux qui appartiennent au système nerveux de la vie animale sont à la fois plus nombreux et plus volumineux que les précédents. Ils sont en continuité par leur extrémité initiale avec les nerfs sensitifs et par leur extrémité terminale avec les nerfs moteurs. C'est à cette extrémité terminale que leurs fibres se mêlent à celles des nerfs moteurs; c'est au niveau de ce mélange que commencent les nerfs mixtes.

Les ganglions rachidiens ou spinaux, en nombre égal à celui des nerfs, se trouvent en rapport dans les trous de conjugaison avec les veines volumineuses qui les traversent aussi.

Ces ganglions sont formés à leur périphérie par une enveloppe fibreuse rappelant le névrilème des nerfs. Cette enveloppe fibreuse d'un blanc grisâtre est aussi le point de départ de prolongements ou cloisons qui naissent de sa face profonde et qui se divisent et s'unissent pour ces

stituer des aréoles ou gaines de second ordre. Tous ces prolongements, comme la gaine périphérique, sont réductibles en faisceaux et fascicules conjonctifs dans lesquels cheminent les vaisseaux sanguins destinés aux éléments nerveux.

Ces éléments nerveux sont représentés par des tubes et des cellules. Les tubes traversent le ganglion ; le faisceau qu'ils forment à leur entrée dans le renflement se dissocie dans son épaisseur. Groupés en faisceaux de volumes inégaux, ils cheminent au milieu des cellules nerveuses sans se modifier sensiblement et passent ainsi de l'une à l'autre extrémité des ganglions, puis se reconstituent à leur sortie en se mêlant aux fibres des racines motrices.

La disposition qu'affectent les cellules avec ces tubes, leur forme, leur structure, les prolongements qui en dépendent sont encore problématiques. Elles sont beaucoup moins connues que celles de la substance

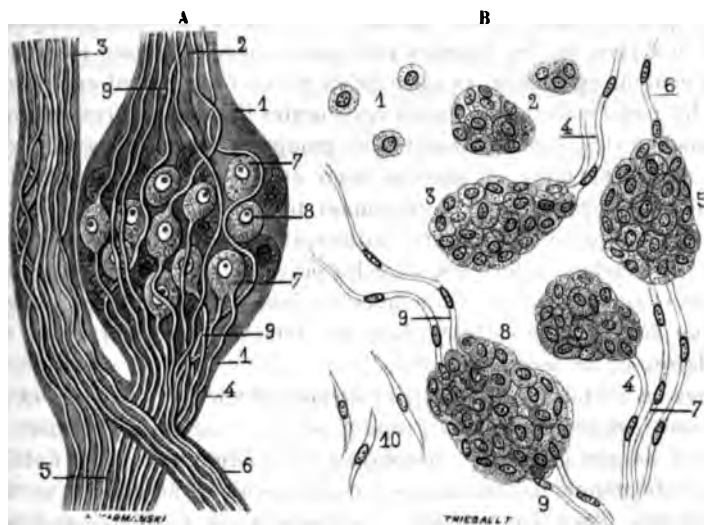


FIG. 156. — Structure des ganglions spinaux.

A. Un ganglion spinal d'après Frey (dessin schématique). — 1, 1, ganglion. — 2, nerf sensitif se jetant dans ce ganglion. — 3, nerf moteur passant au-devant du ganglion sans lui adhérer. — 4, nerf sensitif sortant du ganglion. — 5, fusion des nerfs sensitif et moteur, ou nerf mixte. — 6, branche postérieure du nerf moteur. — 7, 7, cellules des ganglions, toutes bipolaires. — 8, cellule apolaire. — 9, 9, tubes nerveux.

B. Éléments constitutifs d'un ganglion spinal, d'après mes recherches. — 1, 1, cellules apolaires. — 2, deux ganglions de volume inégal composés de très petites cellules. — 3, ganglion plus gros, composé de cellules semblables. — 4, les deux cylindraxes qui en partent. — 5, autre ganglion. — 6, 7, ses cylindraxes. — 8, ganglions plus gros. — 9, 9, les quatre cylindraxes, qui en dépendent. — 10, trois petites cellules bipolaires, détachées des cylindraxes dont elles faisaient partie.

moteurs des nerfs rachidiens ont leur centre de nutrition dans la substance grise de la moelle et les tubes sensitifs dans la substance grise des ganglions.

Cette corrélation existe aussi pour les nerfs encéphaliques ; ainsi la racine motrice de la cinquième paire a son centre de nutrition dans la substance grise de la protubérance et la racine sensitive dans le ganglion de Gasser.

Les expériences de Walter n'ont pas eu seulement pour résultat de mettre en lumière un point fort intéressant de physiologie. Son procédé de démonstration s'applique aussi à l'étude de l'anatomie. Les nerfs sensitifs et moteurs se mélangeant, à mesure qu'ils s'éloignent de leur origine, lorsqu'on voudra déterminer la part que chacun des deux ordres de tubes prend à leur constitution il suffira souvent de couper les racines ou les anastomoses de l'un d'eux ; on comparera ensuite les tubes atrophiés aux tubes sains. Il sera ainsi possible d'élucider certains points de structure sur lesquels l'anatomie normale et le microscope ne pouvaient nous renseigner. Appliqué aux études anatomiques, ce procédé constitue la *méthode waltérienne*.

Régénération des nerfs. — L'atrophie toute spéciale qui se produit dans les nerfs à la suite de leur section n'est pas définitive ; après un laps de temps variable, les tubes nerveux se régénèrent, et leur retour à l'état d'intégrité est suivi du retour de leurs propriétés. La substance médullaire qui avait disparu se reproduit. Le filament axile plus ou moins atrophié reprend son diamètre primitif. Le nerf, qui offrait une couleur grisâtre, retrouve sa couleur blanche. La restauration est donc complète. On avait cru d'abord qu'elle n'avait lieu que pour les nerfs dont les deux bouts ont été réunis ; mais elle est seulement plus rapide dans ces conditions, et un peu plus lente pour les nerfs qui restent séparés par un intervalle de 2 centimètres, et surtout pour ceux que sépare une distance plus grande encore, lesquels, au bout de quelques mois, finissent cependant par se réunir.

Quant aux nerfs qui restent indéfiniment séparés du centre nerveux, ils semblaient condamnés à une altération incurable. Toutefois les recherches de Vulpian et Philippeaux, contrôlées par plusieurs observateurs, ont établi qu'ils se régénèrent aussi et qu'ils rentrent également en possession de leurs propriétés, mais après une durée de dix à douze mois et quelquefois plus longue.

dans les ganglions spinaux, d'un très grand nombre de groupes cellulaires ou ganglions de second ordre, bien différents de volume et de forme, mais tous semblablement constitués; tous en effet sont réductibles en très petites cellules, arrondies ou ovoïdes, dont le noyau se voit assez facilement. Les tubes nerveux émanent directement de ces groupes de cellules. Les plus petits donnent naissance à un seul tube: on a deux tubes partant alors de chacune de leurs extrémités: les moyens et les plus gros sont l'origine de plusieurs tubes qui naissent tantôt d'un même point, tantôt de deux ou plusieurs points, rapprochés ou éloignés et qui se juxtaposent et s'anastomosent.

Les groupes cellulaires ou ganglions de second ordre sont situés sur le trajet des nerfs sensitifs, dans les intervalles qui séparent leurs principaux faisceaux et fascicules. En les soumettant à l'action des réactifs dilués, on réussit à dissocier les cellules situées sur leur contour et on peut voir que, parmi les cellules isolées, quelques-unes s'unissent par leurs extrémités et donnent naissance à des tubes nerveux, lesquels marchent séparément ou se juxtaposent aux tubes voisins.

En résumé, ces tubes naissent des ganglions secondaires, quelques-uns seulement émanant directement des cellules. Celles-ci par conséquent doivent être considérées, pour la plupart, comme des cellules apolaires. Celles qui se trouvent représentées dans la figure schématique de Frey sont des ganglions secondaires et non de véritables cellules.

Les ganglions spinaux reçoivent des vaisseaux qui rappellent ceux des cordons nerveux, soit par leur nombre, soit par leur disposition.

Influence des ganglions spinaux sur la nutrition des nerfs. — Lorsqu'on coupe les nerfs sur un point quelconque de leur trajet, le bout périphérique s'altère et le bout central reste intact. Cette altération est caractérisée par un vice de nutrition. Or, comme les deux bouts ne diffèrent que par leurs connexions avec l'axe cérébro-spinal, encore existantes pour l'un, perdues pour l'autre, il était naturel de penser que la nutrition des nerfs est subordonnée, en partie au moins, à l'influence du centre nerveux.

Pour constater cette influence, il convenait de s'adresser, non aux nerfs mixtes, mais à leurs racines; c'est ce que fit Walter, qui a pu ainsi en reconnaître la réalité et en montrer toute l'importance. Lorsque les racines antérieures des nerfs spinaux sont divisées, c'est le bout périphérique qui s'altère; le bout central reste intact. Si la division porte sur les racines postérieures, ce sont des phénomènes inverses qu'on observe; le bout central s'altère, le bout périphérique conserve toute son intégrité. De ces expériences nombreuses et précises, confirmées plus tard par de nombreux observateurs, Walter conclut avec raison que les tubes

toutes les incitations musculaires qui en partent relèvent du système nerveux de la vie animale.

Les instruments mis au service de l'une et l'autre vie sont partout mêlés, et partout ils restent indépendants. Voyez les nerfs des membres, organes importants de la vie de relation; ils contiennent des fibres sensitives qui se rendent au centre nerveux, des fibres motrices qui en partent, et des nerfs vaso-moteurs qui viennent du système nerveux de la vie organique. Ces derniers sont mélangés aux précédents; mais en les suivant ils ne perdent rien de leur indépendance. Cl. Bernard coupe les cordons nerveux avant leur union aux filets venus du grand sympathique, et leur section a pour résultat une paralysie du sentiment et du mouvement; il les coupe ensuite au delà de leur union avec ces filets et à cette double paralysie se joint celle de la tunique musculaire des vaisseaux; il coupe exclusivement ces mêmes filets et la tunique musculaire est seule paralysée. Dans la tête, les trois espèces de tubes sont aussi juxtaposées dans chaque cordon, dans chaque filet nerveux, et chacun d'eux conserve l'action qui leur est propre.

De même que le système musculaire à fibres lisses se prolonge au delà de ses limites ordinaires pour aller se répandre dans les organes de la vie de relation, de même le système nerveux de la vie organique se prolonge dans ces mêmes organes, sans que ni l'un ni l'autre se modifie dans sa nature et son mode d'action; tous les deux en se portant au delà du domaine, dans lequel ils règnent plus spécialement, conservent les attributs qui les distinguent; ils se mélangent pour se prêter mutuellement les services qui dérivent de leur constitution et pour concourir à l'harmonie générale des fonctions.

De l'étude comparée des deux systèmes nerveux, comme de l'étude comparée des deux systèmes musculaires, découle donc cette première donnée, qu'ils se rapprochent et franchissent les limites assignées à chacun d'eux pour se mêler presque partout de la manière la plus intime.

De ces connexions multipliées on a conclu que le système nerveux ganglionnaire est une dépendance de l'axe cérébro-spinal, qu'il en tire son origine, qu'il ne possède pas d'action qui lui soit propre, en un mot que la dualité des deux systèmes est une hypothèse, et que leur unité est seule l'expression de la vérité. A l'appui de cette opinion, Legallois apportait un argument physiologique: la destruction de la moelle épinière qui entraîne la mort par suite de la cessation des battements du cœur. Mais la mort est le résultat de cette grave mutilation; le cœur cesse de battre, parce qu'il meurt comme tous les autres organes. Supposons qu'on puisse enlever aussi tout le système ganglionnaire; la mort ne serait pas moins rapide. Il est des mutilations si graves qu'elles ne sont pas compatibles avec la vie; la destruction totale de la moelle épinière

est un phénomène de cet ordre. Les conséquences qu'on a voulu en déduire ne sont nullement fondées et ne sauraient ébranler la doctrine formulée par Bichat.

Nous pouvons donc admettre qu'il existe deux systèmes nerveux et que ces deux systèmes sont indépendants, bien qu'ils s'unissent étroitement sur toute leur étendue et qu'ils s'influencent réciproquement. Nous verrons que leur indépendance est d'autant plus grande et plus manifeste qu'on s'éloigne davantage des points sur lesquels ils s'unissent. Cette conclusion sera confirmée par la description du système nerveux de la vie organique et les considérations qui s'y rattachent.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ORGANIQUE

Le système nerveux de la vie organique, système nerveux ganglionnaire, nerf intercostal de Willis, nerf trisplanchnique de Chaussier, grand sympathique de la plupart des auteurs, se présente sous l'aspect de deux longs cordons, étendus de la base du crâne à la base du coccyx, recevant par leur partie postérieure des racines venues des nerfs crâniens et rachidiens, émettant par leur partie antérieure d'innombrables divisions destinées aux viscères du cou, du thorax et de l'abdomen.

Ainsi conformé, chacun de ces nerfs se compose d'une partie centrale qu'on peut considérer comme son axe ou son tronc, d'une partie afférente, représentée par l'ensemble de ses racines, et d'une partie efférente comprenant l'ensemble de ses branches.

A. — Tronc ou partie centrale.

Le tronc du grand sympathique affecte la forme d'un long cordon longitudinal, renflé de distance en distance, situé à droite et à gauche, sur les parties latérales du rachis dont il mesure toute la longueur et dont il suit les courbures. Son extrémité supérieure enlace de ses divisions anastomosées la carotide interne et se prolonge avec cette artère dans la cavité du crâne.

Les renflements ou ganglions échelonnés de haut en bas sur le tronc du grand sympathique répondent aux racines qu'il reçoit, en sorte qu'il existe un renflement au niveau de chaque paire spinale. Sur quelques

points cependant, au cou par exemple, le nombre des ganglions est moins considérable et s'élève à trois et quelquefois même à deux seulement, en sorte que ce nombre, toujours moins considérable que celui des nerfs rachidiens, ne s'élève pas au delà de vingt à vingt-quatre. Leur forme est variable, en général un peu allongée et plus ou moins ellipsoïde. Leur volume varie aussi et plus encore. Leur couleur est d'un gris cendré. Mais dans leurs intervalles le cordon nerveux reprend la couleur blanche qui lui est propre.

B. — Racines ou partie afférente du grand sympathique.

Des nerfs partis de l'axe cérébro-spinal émanent des rameaux qui deviennent pour le grand sympathique autant de racines. Parmi celles-ci, quelques-unes, très déliées, naissent des nerfs cérébraux. Mais celles qui partent des nerfs rachidiens sont à la fois beaucoup plus volumineuses et plus nombreuses. Bien que le tronc du grand sympathique naisse de toute la longueur de l'axe encéphalo-médullaire, il tire donc plus spécialement son origine de la moelle épinière.

Aucune de ces racines ne part directement du névraxe; toutes se détachent des nerfs qui en dépendent. Celles qui proviennent des troisième, quatrième, cinquième et sixième paires crâniennes en partent au niveau du sinus caverneux et du canal carotidien. Celles qui émanent des paires rachidiennes s'en isolent immédiatement en dehors des ganglions spinaux, ou sur un point qui en est toujours très rapproché.

Toutes ces racines comprennent dans leur composition des tubes de deux ordres, qui sont accolés, mélangés, et qui marchent en sens inverse. Les uns, nés de l'axe cérébro-spinal, cheminent de cet axe vers le grand sympathique, et méritent seuls le nom de racines. Les autres, partis de la chaîne des ganglions, se portent vers la moelle et l'encéphale. Il serait intéressant de connaître la proportion exacte de ces deux ordres de tubes. Jusqu'à présent elle nous est inconnue.

L'importance de ces racines est donc beaucoup moins grande qu'on ne le pense, puisque les rameaux destinés à unir les deux systèmes naissent de l'un et de l'autre; et, s'il est vrai de dire que le grand sympathique tire son origine du système nerveux de la vie animale, il n'est pas moins vrai d'ajouter que celui-ci tire en partie aussi son origine du système nerveux de la vie organique. Ce sont les racines venues du système nerveux ganglionnaire qui mettent les viscères du tronc en rapport avec la moelle; ce sont elles qui apportent à celle-ci les impressions dont nous n'avons pas conscience; ce sont elles aussi qui en rapportent le principe incitateur nécessaire pour la contraction des

muscles viscéraux. Ces racines, étendues du grand sympathique au névraxe, sont donc composées de deux ordres de tubes : tubes sensitifs et tubes moteurs.

La composition des rameaux par lesquels s'unissent les deux systèmes nerveux nous amène à constater encore ce fait dont nous avons déjà si souvent reconnu l'exactitude : ils s'unissent, ils se mêlent, ils semblent se confondre, mais conservent néanmoins leur indépendance. Ils ne naissent pas l'un de l'autre ; ils échangent seulement des rameaux qui les mettent en relations intimes, des anastomoses par lesquelles leurs attributions respectives se complètent. Il est vrai qu'à la suite des graves lésions de la moitié inférieure de la moelle, on observe non seulement une paraplégie, mais une paralysie de la vessie et du gros intestin. Ces viscères seraient donc placés sous l'influence immédiate du prolongement médullaire ; ainsi parlent les pathologistes. Leur opinion est cependant controversable. Car les tubes nerveux que ces viscères envoient à la moelle sont nécessaires à leurs fonctions. Lorsque celle-ci est en partie détruite, ces tubes sont paralysés dans leur action. Ceux qui apportent les impressions restent inactifs. Les mouvements réflexes qu'ils venaient solliciter ou provoquer ne se produisent plus ; la tunique musculaire des viscères devient inerte. S'ils sont aussi profondément lésés dans leurs fonctions, c'est parce que les deux systèmes nerveux sont simultanément frappés.

C. — Branches ou partie efférente du grand sympathique.

La partie efférente du grand sympathique ou l'ensemble des branches qui se détachent de toute la longueur de son tronc, pour se porter vers les organes affectés à la vie nutritive, est celle qui offre la disposition la plus complexe.

Toutes ces branches se portent en dedans, et cheminent pour la plupart de haut en bas, en sorte qu'elles parcourent souvent un assez long trajet avant d'arriver à leur destination. Ainsi celles des viscères pelviens viennent principalement de la portion abdominale du grand sympathique ; celles des viscères abdominaux naissent de sa portion thoracique ; celles du cœur et des poumons, de sa portion cervicale.

Parmi ces branches, les unes se rendent directement aux organes auxquels elles sont destinées. Les autres, beaucoup plus nombreuses, se dirigent vers les troncs artériels et les enlacent de leurs anastomoses, pour se porter avec elles vers leurs viscères respectifs.

Ces divisions émanées du système nerveux ganglionnaire ont une tendance extrême à s'unir, à s'entremêler pour former des plexus qui se distinguent en latéraux et médians.

Les plexus latéraux sont formés par les nerfs, qui n'ont qu'un court trajet à parcourir pour arriver à leur destination : à cette classe appartiennent le plexus inter-carotidien, le plexus pharyngien, le plexus laryngé, le plexus hypogastrique.

Les plexus médians, beaucoup plus compliqués et plus remarquables, sont formés par l'intrication de nerfs qui ont à parcourir une distance plus ou moins grande pour atteindre leurs viscères respectifs ; tels sont : le *plexus cardiaque*, le *plexus solaire*, le *plexus aortique*.

Ces deux ordres de plexus ne sont pas constitués exclusivement par des rameaux émanés du tronc du grand sympathique. Plusieurs divisions provenant du système cérébro-spinal participent à leur composition : le glosso-pharyngien et le pneumogastrique contribuent à former les plexus inter-carotidien et pharyngien ; les nerfs sacrés donnent plusieurs branches importantes au plexus hypogastrique. Il en est de même pour les plexus médians, bien que la part prise par le névraxe à la formation de ces derniers soit en général moins grande : ainsi les branches cardiaques du pneumogastrique se mêlent aux nerfs cardiaques des ganglions pour former le plexus de ce nom. Le tronc droit de la dixième paire crânienne et le nerf diaphragmatique correspondant se jettent dans le plexus solaire. Il suit de cette disposition que l'axe cérébro-spinal participe à la constitution du système nerveux ganglionnaire par deux ordres de racines : par des racines latérales déjà mentionnées et par des racines médianes.

Nous savons que les racines latérales sont formées par des tubes venant les uns de la moelle, les autres du grand sympathique, et qu'elles doivent être considérées, en définitive, comme un échange entre les deux systèmes nerveux.

Un autre fait non moins important se produit ; il a été passé sous silence par tous les observateurs, mais mérite cependant d'être signalé. Les nerfs qui viennent de l'axe cérébro-spinal ne conservent pas tous les caractères qu'ils offriraient à leur point de départ ; en se mêlant aux nerfs ganglionnaires, ils se dépouillent de leur myéline et prennent une couleur grise, en sorte que les uns et les autres ne diffèrent plus ou diffèrent de moins en moins à mesure qu'ils se rapprochent de leur terminaison. Cette modification ou transformation des nerfs blancs en nerfs gris est surtout remarquable sur les nerfs du cœur, qui presque tous, dans l'épaisseur de cet organe, sont dépourvus de leur gaine médullaire. De là cette conclusion qui semble avoir échappé à l'attention des histologistes : *Les nerfs ganglionnaires en se mêlant aux nerfs de l'axe cérébro-spinal conservent les attributs qui leur sont propres, et ceux-ci, au contraire, perdent leur caractère le plus distinctif pour se transformer en nerfs gris.*

Ainsi transformés, les nerfs crâniens et rachidiens de volontaires

deviennent involontaires; les sensitifs ne rapportent plus au centre nerveux que des impressions inconscientes. Nous nous trouvons donc sans cesse ramenés à reconnaître que les deux systèmes nerveux, comme les deux systèmes musculaires, se prolongent des appareils qu'ils sont appelés à desservir dans des appareils qui leur sont le plus habituellement étrangers; comme les précédents, ils ont une tendance extrême à dépasser leurs limites naturelles pour prendre part à des fonctions qui leur semblaient interdites; et ici non seulement ils s'unissent, mais ceux qui viennent du domaine où tout est soumis à la volonté, se modifient dans leur texture pour mieux s'associer au jeu des organes qui échappent à son empire.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ORGANIQUE

Nous étudierons d'abord la structure de la partie centrale ou du tronc du grand sympathique; nous nous occuperons ensuite de sa partie efférente, des modifications qu'elle présente dans son trajet, et enfin de sa terminaison dans les divers tissus.

§ 1^{er}. — STRUCTURE DE LA PARTIE CENTRALE DU GRAND SYMPATHIQUE.

Cette partie centrale est essentiellement constituée par les ganglions latéraux. À l'étude de ceux-ci se rattache celle des rameaux émanés de la moelle épinière, et celle des rameaux qui les relie entre eux.

Nous nous occuperons d'abord de ces deux ordres de rameaux; nous prendrons ensuite connaissance des ganglions situés sur leur trajet.

A. — Rameaux qui unissent les ganglions au système nerveux de la vie animale, et ceux-ci les uns aux autres.

a. Les rameaux venus des nerfs rachidiens, *rami communicantes*, sont en général au nombre de deux, et faciles à découvrir. Ils offrent un volume à peu près égal et une couleur blanche. Arrivés au ganglion auquel ils se rattachent, ils s'unissent, ou pénètrent séparément dans son épaisseur et se partagent alors en deux ordres de divisions. Les

unes répondent et adhèrent à sa surface, lui abandonnant quelques ramifications ou fascicules qui se mêlent aux faisceaux profonds, puis poursuivent leur trajet pour se rendre au renflement sous-jacent. Les autres, ordinairement plus importantes, traversent le ganglion de part en part et contribuent à former la partie efférente du grand sympathique ; elles sont destinées aux organes de la vie nutritive dans lesquels elles se ramifient et se terminent.

Comment se comportent les divisions qui traversent les ganglions? Nos connaissances sur ce point sont encore très incomplètes. Lorsqu'on incise ces renflements dans la direction qu'ils suivent, on voit les tubes qui les composent rester juxtaposés ou former des groupes de volumes divers, qui tous se portent de dehors en dedans, en cheminant au milieu des cellules nerveuses.

Selon quelques histologistes, les tubes formant ces divisions profondes s'aboucheraient pour la plupart avec ces cellules qui n'en seraient qu'une simple dilatation et se reconstitueraient à leur sortie sous leur forme première. Telle est la disposition qu'on observe en effet dans les ganglions spinaux, chez les poissons, et telle serait celle aussi qui existerait dans les ganglions du grand sympathique dans toute la série des vertébrés. De nombreux anatomistes, parmi lesquels je dois plus particulièrement mentionner Frey et Leydig, représentent les cellules se continuant ainsi avec les tubes. Leur opinion est même assez généralement admise, mais il importe de reconnaître que leurs dessins sont de simples schémas. Ils les ont figurés comme ils les comprennent, et comme la physiologie nous porte à les considérer.

Hâtons-nous d'ajouter qu'entre ces dessins schématiques et l'observation, il y a un abîme ; elle ne montre rien de semblable. Lorsque, après avoir mis en usage tous les réactifs qui nous montrent si clairement les prolongements des cellules de la moelle et de l'encéphale, on s'attache à découvrir ceux qui naissent des cellules ganglionnaires, que voyons-nous? Nous voyons presque partout les tubes nerveux naître des groupes de cellules, et non directement de celles-ci. Que ces prolongements soient réels et nous échappent, je suis loin de repousser cette opinion ; je suis même disposé à la considérer comme vraisemblable. Mais dans l'état actuel de la science, attendons pour nous prononcer des recherches nouvelles, plus satisfaisantes et plus concluantes.

b. Les rameaux qui contribuent à former la chaîne ganglionnaire en s'étendant d'un renflement au renflement sous-jacent diffèrent assez sensiblement de volume. Ils sont blancs aussi, au moins sur la plus grande partie de leur longueur. Dans leurs connexions ils se comportent du reste à peu près comme ceux qui viennent du centre nerveux. On les voit aussi se diviser le plus souvent en deux principaux groupes de tubes,

dont l'un reste à la surface des ganglions, tandis que l'autre le traverse pour continuer son trajet. Le premier, de grosseur très variable, fait corps avec le renflement, mais entre à peine en connexion avec ses cellules; il s'unit à une branche efférente voisine, ou marche parallèlement à celles du même ordre dont il partage la destination. Le second, en traversant le ganglion, se divise dans son épaisseur. Ses divisions s'anastomosent; elles se trouvent en relation avec les cellules, mais sont aussi simplement juxtaposées à celles-ci.

Indépendamment de ces rameaux qui relient entre eux les ganglions latéraux, il en est d'autres sur les côtés de la colonne dorsale qui se rendent de ceux-ci aux ganglions médians: ce sont les *nerfs splanchniques*, au nombre de deux, distingués en *supérieur* ou *grand splanchnique* et *inférieur* ou *petit splanchnique*. Ils traversent alors le diaphragme et se jettent dans le plexus solaire au delà duquel il n'est plus possible de les suivre.

B. — Structure des ganglions latéraux.

Les ganglions latéraux du grand sympathique ne sont pas mieux connus dans leur structure que les ganglions spinaux. Tout le problème de cette structure consiste à déterminer les connexions des cellules avec les tubes. Or il faut bien avouer que ces connexions attentivement étudiées se dérobent encore à toutes nos investigations. On peut les pressentir; on peut supposer qu'entre les unes et les autres il y a continuité; on peut croire que les cellules sont situées sur le trajet des tubes. Mais on ne saurait nier que toutes ces vues, satisfaisantes pour notre esprit, sont encore de simples hypothèses.

Les tubes nerveux qui traversent les ganglions latéraux sont remarquables par les solutions de continuité que présente leur myéline. Ces solutions de continuité, bien différentes des étranglements, semblent préluder à sa prochaine disparition.

Ch. Robin admet de gros tubes et de grosses cellules, des tubes fins et de petites cellules. Pour lui, les grosses cellules se voient sur le trajet des gros tubes, et les petites cellules sur celui des tubes fins. Toutes les cellules seraient bipolaires. Pour d'autres histologistes, ces cellules se diviseraient en trois ordres, unipolaires, bipolaires, multipolaires, et il existerait aussi des cellules apolaires. Après d'assez longues études je me vois contraint d'avouer que les cellules et les tubes m'ont paru presque partout simplement juxtaposés.

Ces cellules existent en grand nombre et diffèrent de volume. On en voit de grosses et de très petites. La plupart sont de moyennes dimensions. Comparées à celles de l'encéphale, elles sont moins volumineuses que ces dernières.

Leur forme est sphérique. Quelques-unes sont ovoïdes ; d'autres fusiformes ou triangulaires ; d'autres, sur certains points, se juxtaposent par leurs bords et forment des rubans de divers diamètres.

Lorsqu'on examine attentivement leur contour pour reconnaître les prolongements que la plupart des auteurs se complaisent à leur accorder, on ne distingue rien qui vienne justifier cette attente. Sur certains points, il est vrai, ce contour semble faire défaut, et l'on pourrait croire que ces

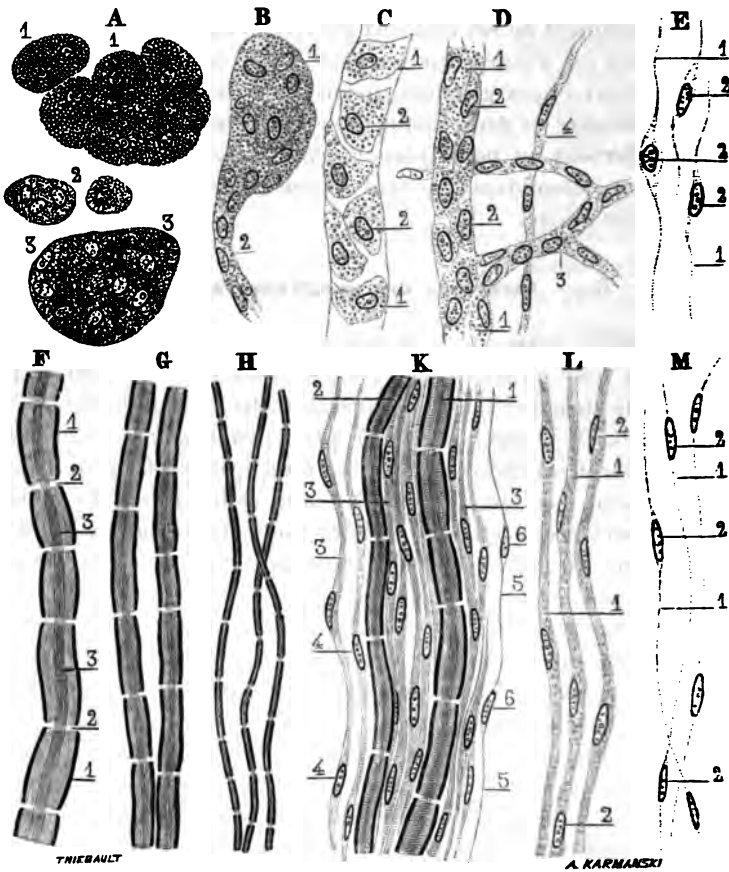


FIG. 157. — Structure du ganglion cervical supérieur, pris comme type des ganglions latéraux du grand sympathique.

A. Cellules nerveuses du ganglion, réunies par groupes très différents de forme et de volume. — 1, 1, deux groupes composés de cellules dont on aperçoit les noyaux. — 2, un groupe plus petit composé de quatre cellules dont trois se confondant par leur contour, mais leurs noyaux sont très manifestes; la quatrième est isolée. — 3, un troisième groupe dont les noyaux de quelques cellules sont seuls visibles.

B. Un groupe de cellules donnant naissance à un prolongement. — 1, groupe de

points donnaient naissance à un prolongement qui se trouve rompu. Mais ces indices de prolongements sont si vagues qu'il faut les accueillir avec une extrême réserve.

Les cellules des ganglions sont du reste constituées comme toutes celles de l'axe cérébro-spinal. Elles possèdent un noyau bien évident. Ce noyau est entouré d'une masse protoplasmique dans laquelle on distingue de nombreux leucytes, également très manifestes. Parmi ces leucytes on rencontre presque constamment des chromoleucytes dont le nombre ici est souvent considérable. Quelques cellules en sont remplies et offrent une couleur sombre. Sur les autres ces chromoleucytes forment un ou deux groupes, un seul le plus souvent, mais parfois assez large pour voiler complètement la présence du noyau.

Les tubes nerveux forment la plus grande partie des ganglions. Ils affectent sur certains points une disposition plexiforme. Sur d'autres ils se croisent sous des incidences diverses. Très fréquemment ils restent parallèles en traversant les ganglions. Leur nombre dans les ganglions latéraux ne semble pas avoir augmenté à leur sortie. Mais ceux des ganglions médians et surtout ceux des ganglions échelonnés sur les plexus qui en partent sont manifestement plus multipliés ; et à mesure que les tubes s'éloignent de leur origine leur nombre augmente dans une proportion considérable. S'il était possible de rassembler en un seul faisceau tous les tubes venus de l'axe cérébro-spinal, ils formeraient un cône dont la base répondrait à cet axe, parce qu'ils s'épuisent en s'éloignant de leur origine. Si l'on rassemblait en un faisceau semblable tous

cellules dont on voit les noyaux. — 2, son prolongement composé aussi de cellules se succédant en série linéaire.

C. *Ruban de cellules.* — 1, leur protoplasme dans lequel on voit les leucytes. — 2, 2, leur noyau ovoïde.

D. *Trainées ou rubans de cellules de différents diamètres formés de deux séries de cellules.* — 1, 1, première série. — 2, 2, seconde série. — 3, ruban plus petit se divisant et s'anastomosant avec des rubans voisins. — 4, une fibre composée de cellules linéairement disposées.

E. *Trois cellules bipolaires.* — 1, 1, leurs prolongements longs et très déliés. — 2, 2, leur noyau autour duquel on voit leur protoplasme.

F. *Un tube nerveux à myéline.* — 1, 1, sa gaine médullaire. — 2, 2, solutions de continuité de la myéline. — 3, son cylindraxe.

G. *Deux tubes semblables, mais plus petits.*

H. *Trois tubes plus petits encore.*

K. *Un groupe de tubes.* — 1, gros tube. — 2, tube moyen. — 3, 3, nerfs gris. — 4, 4, noyaux situés sur leur trajet. — 5, 5, deux cylindraxes. — 6, 6, cellules qui leur donnent naissance et dont on ne voit que le noyau.

L. *Trois prolongements protoplasmiques avec leurs cellules.* — 1, 1, prolongement contenant des leucytes. — 2, 2, cellules qui leur donnent naissance.

M. *Cylindraxes de la plus extrême ténuité.* — 1, 1, ces cylindraxes. — 2, 2, cellules dont ils naissent.

ceux qui naissent des ganglions, ils formeraient aussi un cône, mais dont la base répondrait aux viscères.

En nous rapprochant de ces organes nous allons voir ce cône se constituer de toutes pièces, s'élargir progressivement et prendre des proportions qui plaident éloquemment en faveur de l'indépendance des deux systèmes nerveux. Si le système nerveux de la vie organique tirait son origine de celui de la vie animale, verrions-nous ces deux cônes se comporter si différemment? Le premier s'épuiserait-il si rapidement? Le second se développerait-il au contraire à mesure qu'il se rapproche des viscères placés sous son influence? Bichat n'avait pu invoquer ce puissant argument en faveur de sa doctrine, parce que le mode de terminaison de la partie efférente du grand sympathique était encore complètement inconnu. Mais à l'aspect des innombrables ganglions répandus dans la trame des viscères nous comprendrons mieux toute la portée de cette preuve d'indépendance.

A ces éléments essentiels ou nerveux des ganglions viennent s'ajouter des parties accessoires, représentées par une enveloppe fibreuse, de vaisseaux sanguins et des vésicules adipeuses.

L'enveloppe fibreuse est formée par des faisceaux de tissu conjonctif, de volumes divers, s'entre-croisant dans tous les sens. De sa face interne naissent des prolongements qui se divisant et s'unissant circonscrivent des aréoles. Au milieu de ces faisceaux cheminent des artères, des veines et des capillaires assez nombreux qui s'anastomosent et qui n'offrent rien de spécial dans leur disposition. La méthode des dissections en rend l'étude très facile. Sur le trajet des vaisseaux et dans les aréoles des cloisons fibreuses se déposent des cellules adipeuses qu'on rencontre constamment, mais dont l'abondance varie selon l'âge et les individus; elles sont beaucoup plus nombreuses chez les vieillards.

§ 2. — STRUCTURE DE LA PARTIE EFFÉRENTE DU GRAND SYMPATHIQUE ; NOMBREUX GANGLIONS SITUÉS SUR SON TRAJET ; INNOMBRABLES GANGLIONS SITUÉS SUR SES DIVISIONS TERMINALES.

C'est dans l'histoire de la partie efférente du grand sympathique, c'est dans ses divisions multipliées à l'infini, c'est dans les connexions de ses dernières divisions avec les organes de la vie nutritive qu'il faut chercher l'expression réelle de son importance, sa raison d'être et ses preuves de son autonomie.

Cette partie afférente est remarquable surtout par la multiplicité toujours croissante des cellules et des ganglions échelonnés sur son trajet. A mesure qu'il se sépare et s'éloigne du système nerveux de la

vie animale, le système nerveux de la vie organique affirme de plus en plus son existence, et l'affirme avec une évidence de plus en plus grande.

Déjà, dans le plexus solaire, qu'on peut considérer comme le centre de la vie nutritive, les connexions des cellules avec les tubes nerveux, si obscures dans les ganglions latéraux, se voient clairement; elles deviennent plus faciles encore à constater sur les divisions qui en partent, et se montrent dans tout leur jour et pour ainsi dire avec éclat sur ses divisions terminales.

La lumière qui se répand sur toute cette structure intime du système nerveux ganglionnaire n'apparaît donc pas brusquement, mais d'une manière lente et progressive, à mesure qu'on se rapproche des organes dans lesquels il se termine. Pour en prendre une notion exacte, il faut le suivre par conséquent dans les étapes qu'il parcourt. C'est pourquoi nous étudierons d'abord le plexus solaire; nous suivrons ensuite ses dernières divisions dans l'épaisseur des viscères.

A. — Plexus solaire.

Le plexus solaire, situé au-devant de l'aorte, sur le tronc cœliaque, et autour de ses trois branches, est essentiellement caractérisé par sa disposition plexiforme, par ses nombreux et volumineux ganglions, par les nerfs qui en partent et qui les unissent, et par les anastomoses multipliées à l'infini de toutes les parties qui le constituent.

De ce plexus naissent des plexus secondaires qui vont se terminer dans le diaphragme, dans l'estomac, dans l'intestin grêle, dans la rate et les capsules surrénales. Il tient par conséquent sous son influence la digestion stomacale et la digestion intestinale; il anime les muscles des viscères dans lesquels s'opère la transformation des aliments en substance assimilable; il préside, en un mot, à la nutrition proprement dite, et se place ainsi, entre tous nos organes, au premier rang par l'importance des fonctions qu'il remplit. Sa structure a été peu étudiée, elle est encore presque inconnue. En soumettant ce plexus à l'action des réactifs dilués, j'ai pu recueillir sur la disposition réciproque de ses deux principaux éléments des données nouvelles que je vais exposer.

Pour procéder à son étude dans les meilleures conditions, il importe de donner la préférence aux enfants, naissant ou âgés seulement de quelques mois. Dans ce but, j'injecte les artères avec une solution d'acide chlorhydrique au 1500°, puis j'enlève l'aorte, tout le tronc cœliaque, et les gros troncs qui en partent, et je laisse le plexus solaire macérer quelques jours dans ce réactif: acide chlorhydrique au 2000°, une partie; acide acétique au 150°, une partie; le réactif est renouvelé chaque jour; puis il est remplacé par celui-ci: acide acétique au 100°,

ceux qui naissent des ganglions, ils formeraient aussi un cône, mais dont la base répondrait aux viscères.

En nous rapprochant de ces organes nous allons voir ce cône se constituer de toutes pièces, s'élargir progressivement et prendre des proportions qui plaident éloquemment en faveur de l'indépendance des deux systèmes nerveux. Si le système nerveux de la vie organique tirait son origine de celui de la vie animale, verrions-nous ces deux cônes se comporter si différemment? Le premier s'épuiserait-il si rapidement? Le second se développerait-il au contraire à mesure qu'il se rapproche des viscères placés sous son influence? Bichat n'avait pu invoquer ce puissant argument en faveur de sa doctrine, parce que le mode de terminaison de la partie efférente du grand sympathique était encore complètement inconnu. Mais à l'aspect des innombrables ganglions répandus dans la trame des viscères nous comprendrons mieux toute la portée de cette preuve d'indépendance.

A ces éléments essentiels ou nerveux des ganglions viennent s'ajouter des parties accessoires, représentées par une enveloppe fibreuse, des vaisseaux sanguins et des vésicules adipeuses.

L'enveloppe fibreuse est formée par des faisceaux de tissu conjonctif, de volumes divers, s'entre-croisant dans tous les sens. De sa face interne naissent des prolongements qui se divisant et s'unissant circonscrivent des aréoles. Au milieu de ces faisceaux cheminent des artères, des veines et des capillaires assez nombreux qui s'anastomosent et qui n'offrent rien de spécial dans leur disposition. La méthode des dissociations en rend l'étude très facile. Sur le trajet des vaisseaux et dans les aréoles des cloisons fibreuses se déposent des cellules adipeuses qu'on rencontre constamment, mais dont l'abondance varie selon l'âge et les individus; elles sont beaucoup plus nombreuses chez les vieillards.

§ 2. — STRUCTURE DE LA PARTIE EFFÉRENTE DU GRAND SYMPATHIQUE; NOMBREUX GANGLIONS SITUÉS SUR SON TRAJET; INNOMBRABLES GANGLIONS SITUÉS SUR SES DIVISIONS TERMINALES.

C'est dans l'histoire de la partie efférente du grand sympathique, c'est dans ses divisions multipliées à l'infini, c'est dans les connexions de ces dernières divisions avec les organes de la vie nutritive qu'il faut chercher l'expression réelle de son importance, sa raison d'être et les preuves de son autonomie.

Cette partie afférente est remarquable surtout par la multiplicité toujours croissante des cellules et des ganglions échelonnés sur son trajet. A mesure qu'il se sépare et s'éloigne du système nerveux de la

vie animale, le système nerveux de la vie organique affirme de plus en plus son existence, et l'affirme avec une évidence de plus en plus grande.

Déjà, dans le plexus solaire, qu'on peut considérer comme le centre de la vie nutritive, les connexions des cellules avec les tubes nerveux, si obscures dans les ganglions latéraux, se voient clairement; elles deviennent plus faciles encore à constater sur les divisions qui en partent, et se montrent dans tout leur jour et pour ainsi dire avec éclat sur ses divisions terminales.

La lumière qui se répand sur toute cette structure intime du système nerveux ganglionnaire n'apparaît donc pas brusquement, mais d'une manière lente et progressive, à mesure qu'on se rapproche des organes dans lesquels il se termine. Pour en prendre une notion exacte, il faut le suivre par conséquent dans les étapes qu'il parcourt. C'est pourquoi nous étudierons d'abord le plexus solaire; nous suivrons ensuite ses dernières divisions dans l'épaisseur des viscères.

A. — Plexus solaire.

Le plexus solaire, situé au-devant de l'aorte, sur le tronc cœliaque, et autour de ses trois branches, est essentiellement caractérisé par sa disposition plexiforme, par ses nombreux et volumineux ganglions, par les nerfs qui en partent et qui les unissent, et par les anastomoses multipliées à l'infini de toutes les parties qui le constituent.

De ce plexus naissent des plexus secondaires qui vont se terminer dans le diaphragme, dans l'estomac, dans l'intestin grêle, dans la rate et les capsules surrénales. Il tient par conséquent sous son influence la digestion stomacale et la digestion intestinale; il anime les muscles des viscères dans lesquels s'opère la transformation des aliments en substance assimilable; il préside, en un mot, à la nutrition proprement dite, et se place ainsi, entre tous nos organes, au premier rang par l'importance des fonctions qu'il remplit. Sa structure a été peu étudiée, elle est encore presque inconnue. En soumettant ce plexus à l'action des réactifs dilués, j'ai pu recueillir sur la disposition réciproque de ses deux principaux éléments des données nouvelles que je vais exposer.

Pour procéder à son étude dans les meilleures conditions, il importe de donner la préférence aux enfants, naissant ou âgés seulement de quelques mois. Dans ce but, j'injecte les artères avec une solution d'acide chlorhydrique au 1500°, puis j'enlève l'aorte, tout le tronc cœliaque, et les gros troncs qui en partent, et je laisse le plexus solaire macérer quelques jours dans ce réactif: acide chlorhydrique au 2000°, une partie; acide acétique au 150°, une partie; le réactif est renouvelé chaque jour; puis il est remplacé par celui-ci: acide acétique au 100°,

deux parties; glycérine, une partie. Après une immersion de quatre ou cinq jours, on peut procéder à l'étude du plexus. Il suffit alors d'en détacher une particule avec des ciseaux et de l'examiner au microscope.

On reconnaît à cet examen que le plexus solaire est composé, non seulement de quelques gros ganglions dans lesquels se jettent le pneumogastrique droit et le nerf phrénique correspondant, mais d'une multitude de moyens, de petits et de très minimes ganglions, reliés entre eux par les nerfs qui en partent.

Tous ces ganglions, quel que soit leur volume, sont formés par des agglomérations ou groupes de cellules, offrant toutes à peu près le même diamètre et une forme arrondie. Elles contiennent un noyau bien évident et des leucytes très manifestes aussi, souvent des chromoleucytes.

En descendant l'échelle de ces ganglions, on en rencontre de si petits qu'ils se réduisent à quelques cellules seulement; dans le nombre on observe çà et là des ganglions bicellulaires, ou même unicellulaires.



FIG. 158. — Ganglions du plexus solaire, et nerfs qui en partent.

1, 1, ganglions d'un certain volume, donnant naissance à des nerfs gris. — 2, ganglion plus petit formé comme les précédents d'un grand nombre de cellules nerveuses, dont on voit les noyaux. — 3, 3, 3, autres ganglions de configuration fusiforme à l'extrémité desquels partent des nerfs qui les relient entre eux. — 4, ganglions à forme triangulaire. — 5, 5, ganglions de forme ovoïde. — 6, 6, 6, 6, 6, tubes nerveux qui naissent de ces divers ganglions constitués chacun par une agglomération de cellules en nombre variable, d'où leurs différences de volume. En examinant au microscope une particule du plexus solaire, chez un enfant de quelques mois, on voit toutes ces variétés de ganglions, de nerfs gris et de tubes nerveux qui s'étendent des uns aux autres.

De chacun de ces groupes ganglionnaires naissent des tubes, en nombre variable, qui émanent tantôt d'un seul, tantôt de plusieurs points, et qui se portent dans toute les directions en s'anastomosant; ces tubes sont des prolongements protoplasmiques entourés d'une gaine de Schwann, et souvent de simples cylindraxes qui se continuent avec ceux émanés d'autres cellules.

Ces faits connus, il est facile de formuler les différences qui distinguent les ganglions du plexus solaire des ganglions latéraux. Dans ces derniers, les amas cellulaires disséminés dans leur épaisseur semblent pour la plupart ne donner naissance à aucun prolongement. Les ganglions du plexus solaire se laissent décomposer au contraire en une multitude de petits groupes desquels on voit très clairement partir des prolongements comprenant un nombre variable de tubes nerveux. En un mot, les connexions si rares et si difficiles à reconnaître dans les ganglions latéraux sont en pleine évidence dans le plexus solaire et vont devenir de plus en plus nettes encore au voisinage, et surtout dans la trame des viscères.

B. — Partie terminale du grand sympathique.

Après avoir étudié dans son trajet la partie efférente du grand sympathique, après avoir vu naître les tubes nerveux des ganglions de second ordre, étudions les divisions terminales de cette partie efférente au moment où elle prend possession des viscères soumis à son influence.

Il est deux tissus dans lesquels le système nerveux de la vie organique s'étale largement et en pleine lumière, le tissu conjonctif sous-muqueux du canal intestinal, et le tissu musculaire à fibres lisses.

Sur le tissu sous-muqueux de l'intestin grêle, chez l'enfant, on peut l'observer dans ses moindres détails à l'aide du procédé suivant qui est fort simple et qui réussit toujours :

Étant donné un enfant naissant, ou âgé de quelques mois seulement, on l'injecte par l'artère carotide primitive droite avec une solution d'acide chlorhydrique au 1500°. Le lendemain, ou quelques heures après l'injection, une anse de l'intestin grêle est enlevée, longitudinalement incisée, lavée à grande eau, puis découpée en courts segments qu'on immerge dans cette solution :

Acide chlorhydrique au 3000°.....	1 partie.
Acide acétique au 150°.....	1 —

Après un ou deux jours, ou plusieurs jours d'immersion, le tissu conjonctif a triplé d'épaisseur; il est ferme, et on peut à l'aide de

ciseaux en détacher des tranches minces, perpendiculaires à la tunique muqueuse. L'une de ces coupes étant placée sur le champ du microscope, recouverte d'une mince lamelle et comprimée assez fortement pour lui donner plus de minceur et de transparence, elle devient à l'instant même un excellent sujet d'étude. En l'examinant à un grossissement de 200 ou 300 diamètres, on distinguera sans peine un admirable réseau nerveux, composé de ganglions, de cellules et de filets nerveux; c'est le *réseau* de Meissner.

Les ganglions diffèrent infiniment de volume, de forme et d'aspect. Les plus gros se composent de dix, douze ou quinze cellules juxtaposées; les moyens, de six à huit cellules; les petits, de deux à trois, et un très grand nombre, d'une cellule seulement; ces dernières sont très minimes et ovoïdes le plus souvent.

Au milieu de cette foule de ganglions de toutes formes et de toutes dimensions cheminent un grand nombre de tubes nerveux, tous dépour-

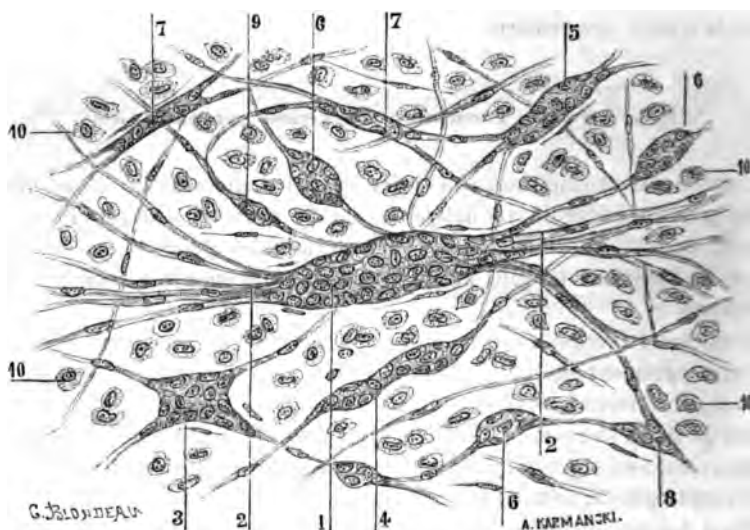


FIG. 159. — Plexus nerveux sous-conjonctival de l'intestin grêle, chez un enfant de trois mois, ou plexus de Meissner.

1, gros ganglion de forme allongée. — 2, 2, tubes nerveux qui naissent de chacune de ses extrémités. — 3, ganglion de figure quadrilatère; de chacun de ses angles part un prolongement qui contient des leucytes et qui est par conséquent de nature protoplasmique. Les tubes qui naissent des autres ganglions, ou de cellules isolées, sont des prolongements de même nature pour la plupart. Quelques-uns sont de véritables cylindraxes. — 4, deux renflements ganglionnaires se continuant par une de leurs extrémités. — 5, 5, ganglions fusiformes. — 6, 6, deux ganglions de même forme de chacun desquels part un tube nerveux qui les unit au ganglion principal. — 7, 7, ganglions plus petits, donnant deux tubes par chacune de leurs extrémités. — 8, ganglion triangulaire, s'unissant aux ganglions voisins par les tubes qui es

vus de myéline et finement granuleux, les uns recouverts de la gaine de Schwann reconnaissable à ses noyaux ovoïdes très rapprochés, les autres représentés par un simple cylindraxe.

Tel est le tableau que l'observateur aura sous les yeux, tableau très riche, très net, où tout est vivement éclairé. En déplaçant la préparation, c'est un autre tableau analogue qui se présentera ; et à chaque déplacement le même spectacle se renouvellera, en sorte qu'avec une seule préparation vue au microscope l'observateur pourra prendre une notion très complète du mode de terminaison des dernières ramifications du grand sympathique.

Les filets nerveux qui partent des groupes de cellules ou ganglions sont composés de quelques tubes seulement, tantôt au nombre de cinq ou six, souvent au nombre de deux ou trois. Plus souvent encore ils marchent isolément en se portant d'un ganglion vers un ganglion voisin ou vers un autre filet. Sur ces prolongements protoplasmiques isolés

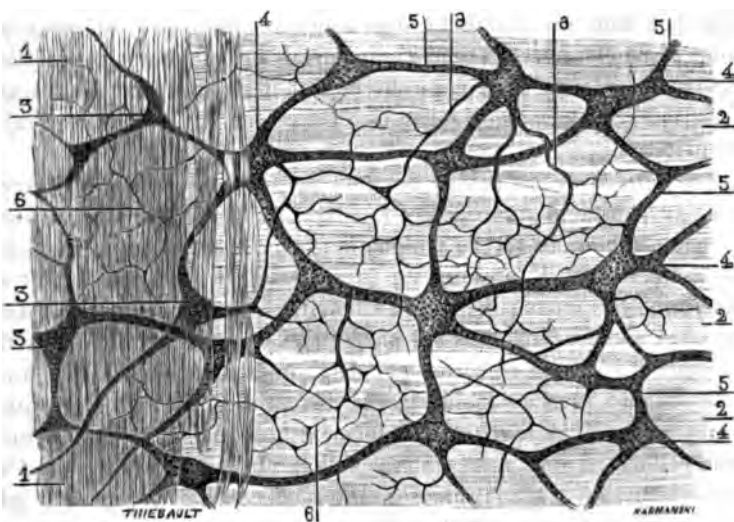


FIG. 160. — Réseau nerveux de la tunique musculaire de l'intestin grêle d'un enfant.

1, 1, plan des fibres longitudinales. — 2, 2, 2, faisceaux de la couche musculaire profonde. — 3, 3, 3, réseau nerveux vu à travers la couche musculaire longitudinale. — 4, 4, 4, 4, ce même réseau non recouvert par la couche précédente. — 5, 5, 5, rubans de cellules qui unissent les ganglions nerveux. — 6, 6, 6, divisions qui partent de ces rubans et des ganglions pour aller se perdre dans les fibres musculaires.

partent. — 7, très minime ganglion dont les prolongements se jettent dans les ganglions qui en sont plus ou moins rapprochés. — 8, 8, 8, 8, cellules appartenant pour la plupart au tissu conjonctif sous-muqueux. — Tout ce groupe de ganglions, de tubes nerveux et de simples cylindraxes se voit sur une seule et très minime coupe de l'intestin, détachée avec des ciseaux.

on remarque à des distances variables de très petites cellules ovoïdes semblables à des noyaux.

Toutes les coupes faites sur les parois de l'intestin donneront des résultats semblables, et l'on arrivera ainsi à constater sans efforts que le nombre des ganglions dans les organes de la vie nutritive est incalculable, que celui des tubes nerveux n'est pas moins prodigieux, que celui des cellules est plus considérable encore, et que, pour voir le système nerveux de la vie organique dans toute la splendeur de son développement, il faut le considérer, non à son point de départ où il est relativement pauvre, mais dans les organes auxquels il se distribue, c'est-à-dire loin du système nerveux de la vie animale dont il diffère alors si complètement, que toute idée de subordination du premier au second n'est réellement plus acceptable.

Du réseau sous-muqueux passons au réseau intra-musculaire ou *réseau* d'Auerbach. Nous avons vu que cet histologiste et aussi Kolliker n'en possédaient qu'une notion incomplète. Précédemment nous l'avons étudié dans tous ses détails et nous avons reconnu qu'il se compose, comme le réseau nerveux sous-conjonctival, de ganglions et de filets nerveux. Le procédé suivi pour observer ce dernier est excellent aussi pour le voir. Sur la même préparation ils seront l'un et l'autre également évidents.

Les ganglions de ce réseau nerveux ne sont pas criblés d'orifices, comme le pensaient Auerbach et Kolliker, qui, tous les deux, avaient en partie confondu le réseau lymphatique avec le réseau ganglionnaire. Nous avons montré le premier de ces réseaux; nous avons décrit ses troncs, que nous avons suivis jusqu'à leurs dernières ramifications. Déjà aussi nous connaissons dans ses principales dispositions le réseau des ganglions. Il n'est pas constitué par de simples amas de cellules, mais par des rubans plus ou moins larges de cellules nerveuses, lesquels s'anastomosent dans leur trajet et forment ainsi un plexus fort remarquable et facile à voir, situé entre les deux plans musculaires de l'intestin. Au niveau des anastomoses, les amas cellulaires prennent plus d'importance et pourraient être considérés comme des centres d'irradiation, comme de gros ganglions. Mais ce ne sont pas seulement ces anastomoses qui émettent des divisions de toutes dimensions; ce sont aussi les rubans qui en donnent un très grand nombre sur toute leur longueur (fig. 160 et 161).

Les divisions qui naissent de ces rubans cellulaires sont innombrables. Partout anastomosées, elles forment un second réseau plus riche et plus compliqué que celui des troncs qui leur donnent naissance.

Ces divisions occupent deux plans assez distincts. Les unes, plus nombreuses, plus ramifiées, suivent une direction transversale, s'anastomosent chemin faisant, enlacent les faisceaux musculaires, puis

pénètrent dans leur épaisseur pour arriver jusqu'aux fibres lisses au niveau desquelles elles disparaissent, mais avec lesquelles elles entrent très probablement en connexion. Les autres divisions se portent vers le plan longitudinal et se comportent de la même manière à l'égard de ses faisceaux et des cellules qui les forment.

Ces deux plans ne se distinguent que par la différence de leur direction. Nulle part ils ne restent isolés. Des rameaux et ramuscules s'étendent partout de l'un à l'autre, et les unissent de telle sorte qu'ils forment en réalité un seul et inextricable réseau.

Quelques ramuscules débordent la tunique musculaire et se voient au-dessous de la séreuse; ils appartiennent aussi à cette tunique. Par d'autres divisions beaucoup plus importantes le plexus d'Auerbach se continue avec le plexus de Meissner. Ces branches de communication sont même si nombreuses qu'on pourrait avoir la pensée de considérer les deux plexus comme un seul, les divisions de l'un se perdant dans la couche musculaire et celles de l'autre dans la tunique muqueuse. Mais cette fusion des deux réseaux ne serait pas justifiée par l'observation; car elle nous montre qu'ils sont constitués sur un type réellement différent. Dans l'un les cellules nerveuses sont moins abondantes et disposées par petits groupes que relie entre eux une multitude de

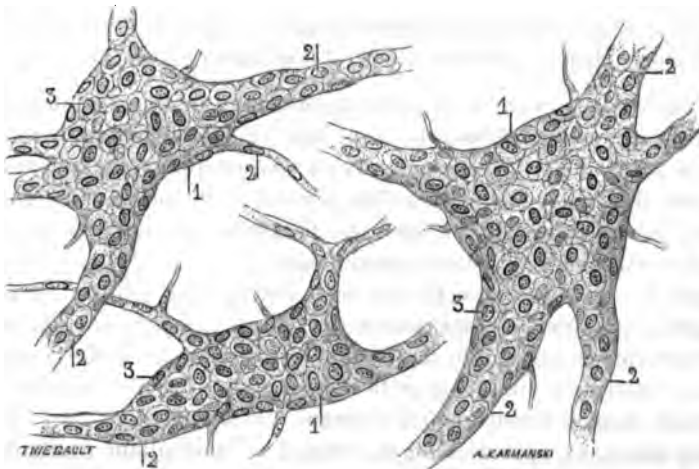


FIG. 161. — Ganglions nerveux de la tunique musculaire de l'intestin grêle et divisions qui en partent.

1, 1, 1, trois ganglions de volumes inégaux et de formes différentes; chacun d'eux est manifestement composé de cellules nerveuses, réunies en grand nombre, se juxtaposant par leur contour et se superposant; toutes présentent un noyau. — 2, 2, 2, rubans cellulaires qui en partent et qui les relient entre eux. — 3, 3, 3, leurs cellules et les noyaux qui en occupent le centre.

tubes nerveux ou de très minimes filets ; dans l'autre elles sont incomparablement plus nombreuses et ordonnées en plexus.

Après avoir suivi la partie efférente du grand sympathique jusqu'à sa terminaison, comparons cette partie terminale à sa partie centrale. En les rapprochant l'une de l'autre nous prendrons du système nerveux de la vie organique une conception plus complète et plus large.

Dans les ganglions échelonnés sur les côtés du rachis et dans les ganglions annexés aux nerfs cérébraux on ne voit pas les tubes nerveux se continuer avec les cellules. Dans les ganglions des viscères cette continuité est partout évidente ; partout les tubes nerveux partent des cellules ; partout les cellules sont situées sur le trajet des tubes ; tubes et cellules constituent manifestement un seul et même organe. La cellule commande ; un principe actif s'en dégage ; ce principe, inconnu dans sa nature, le tube moteur le transmet ; c'est un simple conducteur. Si à l'origine du système qui tient tous les organes de la vie nutritive sous son empire on ne voit rien de semblable, n'accusons que l'imperfection de nos moyens d'étude. Tout nous invite à penser que là aussi l'organe actif est uni à l'organe passif ; là aussi la cellule remplit le rôle principal et les tubes un rôle secondaire qui n'est possible qu'à la condition de la continuité de l'élément actif avec l'élément passif. Tout se passe à cet égard dans le domaine de la vie nutritive comme dans celui de la vie animale. Seulement dans ce dernier tout est soumis à la volonté et à la conscience ; dans le précédent tout est involontaire et inconscient.

L'étude comparative de la partie terminale et de la partie initiale du système nerveux ganglionnaire vient donc compléter nos connaissances sur un point de première importance en nous montrant que la continuité des cellules et des tubes est un fait général. Cette même étude comparative pourra nous éclairer aussi sur le nombre des cellules aux deux limites extrêmes de la chaîne ganglionnaire.

Dans les ganglions de cette chaîne le nombre des cellules est relativement très limité. Réunies, toutes ces cellules formeraient une masse bien inférieure à celle que représente la substance grise de la moelle, et bien autrement minime si on la compare à la substance grise de l'encéphale. Mais, à mesure qu'on s'éloigne de ces ganglions, des renflements nouveaux apparaissent, et, ceux-ci se multipliant d'autant plus qu'on se rapproche davantage des viscères, le nombre des cellules augmente aussi ; il augmente rapidement surtout et dans une très large proportion à l'entrée de ceux-ci, et dans une proportion bien autrement grande dans leur épaisseur ; et comme elles représentent l'élément actif ou essentiel du système, on comprend que, pour prendre une juste notion de son importance, ce n'est pas son origine qu'il faut considérer, mais sa partie terminale. Toutes les cellules agglomérées sur cette partie

terminale formeraient une masse imposante. C'est dans ces innombrables cellules que se trouve concentré le pouvoir réflexe ou excito-moteur du système nerveux ganglionnaire, de même que c'est dans l'axe gris de la moelle et la substance grise de l'encéphale que se trouvent concentrées aussi toutes les attributions du système nerveux central.

Or, si nous comparons la substance grise de la partie terminale du grand sympathique à la substance grise de l'axe cérébro-spinal, nous nous trouvons en présence de deux systèmes nerveux également développés, de puissance équivalente, se touchant et se mêlant par quelques ramuscules de leurs branches terminales et initiales, mais remplissant des fonctions très différentes, l'un tenant sous son influence tout ce qui nous met en relation avec le milieu dans lequel nous vivons, l'autre dirigeant tous les phénomènes qui se passent dans le domaine de la vie nutritive. Si les successeurs de Bichat n'ont pas accueilli sa doctrine avec la considération qu'elle méritait, c'est parce qu'ils n'ont pas fait le parallèle qui précède, ne possédant que des notions insuffisantes sur la partie terminale du grand sympathique, qui en est sans contredit la plus importante.

Pour terminer ce parallèle, il nous reste à comparer les tubes nerveux du grand sympathique à son origine et à sa terminaison. Cette étude est intéressante et instructive aussi.

Dans les ganglions latéraux et dans les ganglions du plexus solaire on observe des tubes de deux ordres : des tubes recouverts de myéline et des tubes qui en sont dépourvus. Les tubes entourés d'une gaine médullaire sont incomparablement plus nombreux ; ils sont disposés par gros faisceaux qui échangent de larges anastomoses et qui ne font pour la plupart que traverser les renflements ganglionnaires. Ces tubes de couleur blanche diffèrent beaucoup de volume ; il en est de gros, de très gros et de petits qui se trouvent du reste presque partout entremêlés. En passant de ganglions en ganglions, ces nerfs blancs se réduisent à des dimensions moindres ; en même temps ils diminuent de nombre ; et bientôt ils disparaissent, chacun d'eux perdant son enveloppe de myéline et conservant seulement sa gaine de Schwann ; en d'autres termes ils passent à l'état de nerfs gris.

Ces *nerfs gris* se rencontrent déjà dans les ganglions latéraux, dans les branches qui les relient entre eux et dans celles qui en partent ; mais ils sont encore peu nombreux. La gaine de Schwann qui les entoure est riche en noyaux ovoïdes. Tous ces nerfs se réunissent par petits groupes.

A mesure que le nombre des tubes blancs diminue, celui des nerfs gris augmente, et sur les branches de la partie efférente du grand sympathique on ne trouve déjà plus de nerfs à myéline ; elles sont formées uniquement de nerfs gris qu'entrecoupent de nombreux ganglions de volumes très divers.

En s'avancant plus encore sur la partie terminale du nerf on voit une autre modification importante se produire. Beaucoup de cylindraxes se dépouillent de leur gaine de Schwann et sur leur trajet se montrent de distance en distance de petites cellules qui sont autant de ganglions uni-cellulaires. Plus on se rapproche des viscères, plus ces tubes formés par un prolongement de leur protoplasme se multiplient, et plus aussi le nombre des cellules situées sur leur trajet augmente, en sorte que les ganglions d'abord représentés par des cellules uniques et très petites se composent à l'entrée des viscères et dans leur épaisseur de trois, quatre, cinq cellules, dont le nombre s'accroît alors très rapidement.

Ainsi, à mesure qu'on s'éloigne des points sur lesquels les deux systèmes nerveux se trouvent en connexions intimes et sur lesquels ils se mêlent au point de se fusionner en apparence, les gaines médullaires disparaissent et les nerfs blancs passent à l'état de nerfs gris ; puis les gaines de Schwann à leur tour disparaissent sur un grand nombre de tubes et ceux-ci passent à l'état de simples cylindraxes ; et enfin sur ces nerfs gris et sur ces cylindraxes apparaissent en nombre de plus en plus considérable des cellules nerveuses qui se continuent manifestement avec ces nerfs et ces tubes et qui forment sur leur trajet d'innombrables ganglions représentant chacun un centre d'action, un véritable organe, en sorte que le nombre de ceux-ci se trouve alors multiplié à l'infini.

Nous sommes donc ramenés par une autre voie à la conclusion précédemment formulée : soit qu'on compare les cellules nerveuses occupant les deux extrémités du grand sympathique, soit qu'on compare les tubes nerveux de son extrémité initiale à ceux de son extrémité terminale, il faut reconnaître que la constitution du système nerveux de la vie organique diffère très notablement à l'une et à l'autre.

Jusqu'à présent, dans le parallèle des deux systèmes nerveux, on avait pris pour terme de comparaison la partie initiale de ce système où il est encore à peine ébauché ; c'était au contraire sa partie terminale qu'il importait de prendre en considération, puisque c'est sur cette partie qu'il acquiert son complet développement et ses attributs les plus caractéristiques. Si par la première les deux systèmes se rapprochent, étant sur ce point mêlés et presque confondus, par la seconde ils diffèrent radicalement, puisqu'ils se trouvent alors entièrement séparés, puisqu'ils n'ont plus rien de commun, puisque l'un s'est peu à peu épuisé, tandis que l'autre s'est perfectionné, ses cellules se multipliant à l'infini et sa puissance d'action s'accroissant en raison directe de leur nombre.

SYSTÈME CUTANÉ

Le système cutané, ou *tégument externe*, plus souvent désigné sous les noms de *peau*, d'enveloppe *tégumentaire*, est cette vaste membrane, éminemment sensitive, qui recouvre à la manière d'un voile tous les autres organes, et qui forme la surface de l'organisme.

Au niveau des orifices du corps, elle se continue avec une autre membrane, qui constitue le *système muqueux* ou *tégument interne*.

Peu d'organes se modifient aussi profondément, en passant de l'homme chez lequel la peau est presque nue, aux mammifères chez lesquels elle se couvre de poils, aux oiseaux chez lesquels elle se couvre de plumes, aux reptiles et aux poissons chez lesquels elle se couvre d'écailles; et ce n'est pas seulement sa surface libre qui se transforme, en descendant la série animale, c'est aussi sa structure, ce sont ses divers éléments, ce sont tous ses principaux attributs

Après l'avoir étudiée chez l'homme, il sera donc d'un haut intérêt de l'étudier aussi dans toute la longue série des vertébrés. Nous la verrons alors s'adapter pour chaque animal au milieu dans lequel il vit et aux conditions qui s'imposent à son existence.

Considérons d'abord chez l'homme le tégument externe. Nous le passerons ensuite rapidement en revue chez les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons.

CHAPITRE PREMIER

DU SYSTÈME CUTANÉ CONSIDÉRÉ

CHEZ L'HOMME

L'enveloppe cutanée, en s'appliquant aux organes qu'elle recouvre, ne se comporte pas à la manière d'un manteau qui tombe en ligne verticale. Elle leur adhère; elle se soulève au niveau de leurs saillies; elle se déprime au niveau des dépressions qu'elle rencontre; en un mot, elle se moule sur leur contour sans cependant en dessiner exac-

tement la forme, mais la laissant seulement entrevoir, à l'instar d'un maillot qui recouvre des parties saillantes sans descendre jusqu'au sommet des parties rentrantes.

Chez l'homme où les formes sont plus accusées, elle les laisse mieux entrevoir. Chez la femme et l'enfant où elles le sont peu, la surface du corps est plus arrondie et souvent à peine modelée.

La peau nous offre à étudier sa conformation extérieure ou morphologie, sa structure, ses propriétés, son développement.

ARTICLE PREMIER

MORPHOLOGIE DE LA PEAU

Envisagée sous ce premier point de vue, la peau comprend dans son étude : 1° tout ce qui se rattache à son trajet, à son étendue, à son épaisseur ; 2° sa couleur si différente selon les régions, les individus et les races ; 3° sa surface adhérente ; 4° sa surface libre.

§ 1^{er}. — TRAJET, ÉTENDUE, ÉPAISSEUR.

A. Trajet. — La peau en se prolongeant sur les différentes parties qu'elle recouvre a pour tendance et pour effet général de les arrondir ; aussi l'aspect de l'écorché diffère-t-il très notablement de celui de la surface du corps.

Les formes du reste diffèrent selon nos attitudes, selon nos mouvements, c'est-à-dire selon la contraction de nos muscles. Or, pour une attitude ou pour un mouvement donnés, il n'y a jamais sur un même point qu'un certain groupe de muscles qui entrent en contraction ; ce sont ceux qui font saillie ; les autres se dérobent. Chaque attitude possède ainsi une expression qui lui est propre, de même que chaque muscle de la face exprime un sentiment particulier. Ces nuances sont parfois difficiles à saisir. Les peintres en général les rendent mieux que les sculpteurs, qui trop souvent mettent en relief tous les muscles des régions exposées à nos regards. Nos formes, en un mot, se modifient à chaque instant dans leur contour ; elles se modifient presque autant que la physiologie, et par un mécanisme analogue, c'est-à-dire par le jeu des organes cachés sous l'enveloppe tégumentaire.

Sur quelques points l'enveloppe cutanée se prolonge au delà des parties qu'elle recouvre et s'applique ensuite à elle-même. Telle est sa disposition sur le pavillon de l'oreille, à l'entrée des narines, à

l'entrée du vagin, où elle forme un double repli angulaire qui constitue les grandes et les petites lèvres, sur le gland qu'elle recouvre d'un repli conoïde, sur la racine des ongles qu'elle entoure d'un repli parabolique.

Chez les vertébrés on observe des replis analogues. Quelquefois ils ont pour but d'unir des parties rapprochées, comme les doigts des palmipèdes et des batraciens, comme les os du bras et de l'avant-bras chez l'oiseau, comme les différentes sections du membre antérieur chez les chauves-souris, etc. Ils donnent alors naissance à des organes complémentaires que l'animal utilise pour se mouvoir dans le milieu qu'il habite.

Chez l'homme, ces parties surajoutées deviennent pour le sens du tact autant de moyens de perfectionnement. Leur existence chez lui dérive de cette loi générale, en vertu de laquelle la nature multiplie d'autant plus les sources de sensibilité dans un organe que celui-ci est plus éloigné du centre, plus exposé à l'injure des corps extérieurs, plus vulnérable en un mot.

B. Étendue de l'enveloppe tégumentaire. — Elle a été assez vaguement déterminée. Deux procédés bien différents peuvent conduire à cette détermination. Dans l'un, on compare la tête à une sphère; le cou, le tronc et les membres, à autant de cylindres, et on évalue leur étendue superficielle d'après les données de la géométrie. Dans l'autre, on détache le tégument externe, on le cloue sur une table en lui conservant exactement sa longueur et sa largeur; puis, après sa complète dessiccation, on le découpe et on rassemble toutes les pièces sur une surface métrique. J'ai mis en usage l'un et l'autre de ces procédés, sur le même individu, et j'ai pu ainsi constater qu'ils donnent des résultats à peu près identiques. Comme le procédé géométrique est le plus expéditif et suffisamment approximatif, on pourra lui donner la préférence. Je l'ai appliqué sur six sujets du sexe masculin et de corpulence moyenne, dont la taille a varié de 1^m,60 à 1^m,65.

La tête représentant un sphéroïde, je me suis d'abord attaché à déterminer la circonférence de l'un de ses grands cercles. En prenant le tiers de cette circonférence, j'avais son diamètre moyen; et comme la surface d'une sphère a pour mesure son diamètre multiplié par la circonférence de l'un de ses grands cercles, il ne me restait plus qu'à multiplier ces deux termes l'un par l'autre, pour évaluer la superficie de l'extrémité céphalique en centimètres carrés.

Passant ensuite au cou, au tronc, aux membres, aux doigts et aux orteils, j'ai successivement mesuré leur hauteur et leur circonférence; or, chacune de ces parties étant comparable à un cylindre, et la surface de celui-ci étant égale à sa hauteur multipliée par la circonférence de

l'une de ses bases, je procédais avec la même facilité à l'évaluation de leur étendue. J'ai ainsi obtenu pour l'expression de la superficie moyenne :

	Centimètres carrés.
De la tête.....	1 323
Du cou.....	340
Du tronc.....	4 346
Du membre inférieur.....	$2\,758 \times 2 = 5\,516$
Du membre supérieur.....	$1\,779 \times 2 = 3\,558$
Du scrotum, du périnée et du pénis.....	214
Des deux pavillons de l'oreille.....	92
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 15 359

La superficie totale de l'enveloppe cutanée, chez l'homme de stature et de corpulence moyennes, s'élève donc à 15 000 centimètres carrés environ. Étalée et découpée de manière à former une surface régulière, la peau recouvre en d'autres termes un plan rectangulaire de 1 mètre de largeur et de 1 mètre et demi de longueur. Calculée d'après les anciennes mesures, elle représenterait une surface de 14 pieds carrés. Lorsque la taille est plus élevée et le corps plus volumineux, cette surface peut atteindre 2 mètres carrés et s'étendre au delà de cette limite chez les individus, d'un embonpoint excessif.

Dans le sexe féminin, d'après les mesures que j'ai prises sur trois femmes, elle serait, en chiffres ronds, de 11 500 à 12 000 centimètres carrés, d'où il suit qu'elle varie d'un sexe à l'autre dans la proportion d'un quart.

Une aussi vaste surface suffirait pour nous rendre compte de l'abondance des liquides exhalés par la peau. Les pertes que fait l'économie par cette voie sont, il est vrai, extrêmement variables, comme celles du reste qui ont lieu par la muqueuse pulmonaire et par les reins. Mais nous savons que dans l'espace de vingt-quatre heures elles s'élèvent en moyenne à 2 700 grammes. Or sur ces 2 700 grammes, 1 200 environ sont éliminés par les reins, 1 000 par la surface cutanée, et 500 par les poumons. L'appareil urinaire et le tégument externe sont donc les deux grands émonctoires de l'économie. En hiver et dans les climats froids, c'est l'action du premier qui l'emporte ; en été et dans les climats chauds, c'est celle du second qui devient prédominante. La quantité d'eau qui n'est pas rejetée par l'un est rejetée par l'autre ; liés par une étroite solidarité, ils se suppléent et se complètent.

C. Limites de la peau. — Le premier, je crois, je me suis attaché à les déterminer avec précision en 1868. Les anatomistes jusqu'alors se contentaient d'avancer que le tégument externe se continue au niveau des orifices du corps avec l'interne ; mais aucun n'indiquait la limite où cessait l'un et où l'autre commence. Cette limite, je l'ai nettement définie. Pour en prendre une notion exacte, il convient de diviser les orifices du

corps en deux groupes, dont l'un comprend l'orifice buccal, l'orifice nasal et l'orifice urétral ; l'autre, l'orifice palpébral, l'orifice vulvaire et l'orifice anal.

Sur les orifices du premier groupe on voit une ligne de démarcation qui sépare toujours les deux téguments avec une netteté parfaite.

Sur les lèvres cette ligne n'est pas visible à l'œil nu ; mais elle s'accuse bien distinctement au microscope, lorsque ces organes ont été préalablement dépouillés de leur couche épidermique. On remarque alors sur le bord adhérent de l'une et l'autre une ligne courbe constituée par des glandes sébacées disposées en série linéaire. Tout ce qui est en deçà de cette ligne appartient à la peau qui conserve jusqu'à cette limite ses attributs les plus caractéristiques et qui les perd au delà. Tout ce qui dépasse cette ligne appartient au tégument interne sur lequel on ne trouve plus de glandes sébacées, plus de glandes sudoripares, plus de papilles rudimentaires, mais de grosses et longues papilles extrêmement vasculaires. Ajoutons que ce n'est pas le derme seulement qui se modifie, mais aussi l'épiderme dont la couche cornée disparaît subitement. En deçà de la ligne de démarcation il se compose de ses deux couches normales ; au delà il n'est plus représenté que par sa couche profonde ou muqueuse. L'épithélium des lèvres est formé uniquement par la couche muqueuse de l'épiderme, d'où la facilité avec laquelle il se gerce et s'altère, d'où aussi peut-être sa prédisposition aux épithélioma de mauvaise nature, dont il devient si fréquemment le siège.

Sur l'orifice nasal la ligne de démarcation répond à l'orifice supérieur des narines. Elle est si caractérisée qu'elle ne laisse aucune incertitude sur le point où finit la peau et où commence la muqueuse.

Sur l'orifice palpébral cette ligne se voit sur la petite surface de ce bord libre, au niveau de sa partie moyenne. D'un côté la peau se présente avec tous les éléments qui la composent. De l'autre ceux-ci disparaissent ; à l'enveloppe cutanée succède une muqueuse très différemment constituée.

Les orifices du second groupe ont pour caractère commun l'absence de toute ligne comparable à celle qui vient d'être signalée. Rien ne marque le point précis où finit le tégument externe et où commence le tégument interne. C'est par une différence de structure que les deux téguments se distinguent ; le microscope seul nous signale leurs limites respectives.

En examinant l'orifice anal et l'orifice vulvaire, on constate qu'une transition graduelle établit le passage de l'un à l'autre tégument. Une partie neutre et circulaire de quelques millimètres de largeur les sépare. Lorsqu'on considère la structure des parties qui précèdent cette ligne neutre, on voit apparaître les éléments de la peau, qu'on retrouve sur l'orifice anal jusqu'au voisinage du sphincter interne et sur l'orifice

vulvaire jusqu'à l'entrée du vagin. Si l'on étudie la structure des parties situées au delà, ce sont d'autres éléments et des éléments autrement disposés qui se présentent. Sur le gland c'est autour de sa base que les deux téguments entrent en continuité.

D. Épaisseur. — La peau diffère considérablement d'épaisseur selon les parties auxquelles elle s'applique. C'est sur la partie profonde du conduit auditif qu'elle se réduit à sa plus simple expression. Elle est extrêmement mince aussi sur les paupières. Elle l'est un peu moins sur le pénis et moins encore sur le pavillon de l'oreille. Les régions les plus exposées aux pressions et aux violences extérieures sont celles sur lesquelles elle atteint sa plus grande épaisseur. Pour le constater, il suffit de comparer la peau de la paume des mains et de la plante des pieds à celle des autres parties du corps, les téguments de la face à ceux du crâne. la peau de la partie antérieure du cou à celle de sa partie postérieure.

Les points qui donnent attache à de nombreuses fibres musculaires, comme la peau des sourcils, celle des ailes du nez, celle de la lèvre supérieure, offrent plus d'épaisseur aussi que celle des parties voisines. Selon la plupart des auteurs, sur les membres elle serait plus épaisse aussi en dehors qu'en dedans, et du côté de l'extension que du côté de la flexion ; mais ces différences sont peu sensibles.

Considérée sous un point de vue absolu, l'épaisseur de la peau varie d'un demi-millimètre à 3 millimètres. C'est sur la partie postérieure du cou et supérieure du dos qu'elle atteint cette limite extrême. Sur la plus grande partie du corps elle varie de 1 à 2 millimètres. Sur quelques-uns c'est à sa couche épidermique qu'elle emprunte surtout son épaisseur ; telle est celle de la paume des mains et de la plante des pieds ; telle est surtout celle du talon. Si la peau de la face dorsale des mains et des pieds diffère si notablement de celle des régions opposées, c'est à leur épiderme qu'elles sont redevables de leur minceur relative.

Ces différences se reproduisent chez la plupart des vertébrés. La peau est épaisse chez les grands mammifères, extrêmement mince chez les oiseaux, chez les reptiles et les poissons, et du reste beaucoup moins variable chez les animaux que chez l'homme.

§ 2. — COULEUR DE LA PEAU.

La couleur de la peau diffère selon les régions, selon les individus, selon l'âge, selon les races et surtout selon les classes.

Chez l'homme, certaines régions sont plus ou moins colorées ; tels sont le scrotum et la mamelle chez la femme en voie d'allaitement. Les autres sont d'une couleur terne et quelques-unes presque blanches, mais aucune n'est incolore. Celles qui paraissent blanches ne le sont

que relativement à celles qui offrent une couleur plus foncée. La coloration du tégument externe est donc le fait général ; elle diffère seulement de l'une à l'autre région par ses nuances variant de la teinte la plus claire à la teinte la plus sombre.

Ces différences s'accusent plus vivement en passant d'un individu à un autre. Quelques individus de même race sont remarquables par la couleur foncée et presque noire de leurs téguments. Sur quelques autres c'est la teinte claire qui descend à son ton le plus pâle. L'influence solaire paraît être la cause principale de ces différences individuelles ; aussi voit-on la couleur de la peau brunir à mesure qu'on se rapproche de l'équateur et chez les hommes qui s'adonnent plus spécialement aux travaux agricoles.

L'enveloppe cutanée est plus pâle chez l'enfant et chez la femme. C'est à une époque plus avancée de la vie qu'elle prend la coloration qu'elle doit avoir et qu'elle conservera ensuite indéfiniment.

C'est surtout en passant d'une race à une autre que les téguments se modifient dans leur coloration. Ils sont moins colorés dans la *race caucasique*, d'où le nom de *race blanche* qu'on lui donne le plus habituellement ; mais elle ne le mérite que comparativement. Ils prennent une couleur d'un jaune cuivré dans la race mongole et une couleur plus ou moins sombre ou même noire dans la race nègre.

Dans quelle partie de la peau se fixe son principe colorant ? On sait depuis longtemps que ce principe a pour siège sa couche épidermique et qu'il réside dans les granulations des cellules qui la composent : de là le nom de *granulations pigmentaires* ou de *pigment* donné à ces granulations. Mais comment sont constituées ces granulations pigmentaires ? Elles comprennent dans leur composition deux éléments qu'il importe de bien distinguer : 1° un élément principal et constant, de forme arrondie ou ovoïde, et incolore : ce sont les leucytes ; 2° un principe colorant incorporé aux leucytes et si variable qu'il représente toutes les couleurs connues, toutes celles qu'elles peuvent former par leurs combinaisons et toutes les nuances propres à chacune d'elles : ainsi pénétrés de ces principes colorants les leucytes passent à l'état de chromaleucytes.

Or toutes les cellules de l'épiderme contenant des leucytes et tous ces leucytes pouvant absorber non seulement un principe colorant quelconque, mais plusieurs et même un grand nombre, il est facile de comprendre pourquoi la peau se distingue par tant de nuances si différentes dans sa coloration ; pourquoi elle nous offre chez les invertébrés, particulièrement chez les insectes, et dans les plantes, des couleurs si variées et si éclatantes ; pourquoi ces couleurs se multiplient plus encore et redoublent d'éclat dans la grande classe des oiseaux. Ici elles ne siègent plus, il est vrai, dans l'épaisseur de la peau ; c'est dans leurs plumes

qu'elles se fixent ; mais nous verrons que les plumes, comme les poils, comme les écailles, dérivent de cette enveloppe, à laquelle par conséquent il convient de les rapporter. C'est à l'épiderme en définitive que la nature a plus particulièrement confié le soin d'orner et d'embellir le règne animal. Cependant chez les vertébrés inférieurs c'est dans le derme que se fixent les principes colorants de la peau ; et dans le règne végétal c'est dans le parenchyme des feuilles et des fleurs qu'ils se trouvent situés.

§ 3. — SURFACE EXTERNE DE LA PEAU.

Cette surface n'est pas aussi unie qu'on pourrait le croire au premier aspect. Elle présente un grand nombre de plis et de sillons, des saillies mamelonnées et des orifices remarquables aussi par leur extrême multiplicité.

Elle est recouverte en outre par des poils très abondants et très développés chez les mammifères, rudimentaires chez l'homme, et par les ongles, beaucoup moins importants aussi chez lui que chez la plupart des vertébrés ; mais les poils seront décrits avec le système pileux et les ongles avec le système corné.

Les plis et sillons qu'on observe à la surface du corps peuvent être distingués avec Bichat en quatre ordres. Ils diffèrent suivant qu'ils sont dus à l'action des muscles, au jeu des articulations, à l'influence de la vieillesse ou au mode de groupement des papilles de la peau.

a. Les plis et sillons qui dépendent de l'action des muscles prennent le nom de *rides*. Elles ne se montrent que sur les points où la peau est doublée par des plans musculaires. Les téguments du crâne, de la face et du cou, l'enveloppe scrotale en sont les principaux sièges. Leur direction est perpendiculaire à celle des muscles sous-jacents ; c'est pourquoi les rides du front sont transversales, celles des paupières rayonnées, celles du scrotum demi-circulaires. D'abord temporaires comme les contractions qui les produisent, ces rides, chez la plupart des individus, finissent par se graver sur la peau à mesure qu'elles se reproduisent ; de là pour la physionomie le privilège de refléter nos passions dominantes et nos préoccupations les plus habituelles, alors même que nos muscles restent à l'état de repos.

b. Les plis et sillons articulaires occupent sur le contour des articulations une situation invariable pour chacune d'elles et bien dignes par conséquent de fixer l'attention des chirurgiens. On les rencontre sur les points qui correspondent aux plus grands mouvements, particulièrement du côté de la flexion et de l'extension.

Ces plis et sillons s'accusent d'autant plus que la peau est plus fix.

Rares et peu accusés autour des grandes articulations, on les voit se multiplier à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité terminale des membres. La paume des mains en présente constamment trois principaux : l'un, supérieur, dû aux mouvements d'opposition du pouce ; l'autre, inférieur, produit par le mouvement de flexion des quatre derniers doigts ; le troisième, intermédiaire, résultant de l'association de ces deux mouvements. Sur les doigts et les orteils on en remarque d'autres qui répondent, les uns à leur face palmaire ou plantaire, les autres à leur face dorsale. Les premiers, transversaux, rectilignes et plus profonds, sont généralement au nombre de trois ; les seconds sont moins réguliers.

c. Les *rides qu'amène la vieillesse* se rattachent à une cause bien différente de celle qui produit les plis musculaires et articulaires. Lorsque la graisse, sous l'influence du progrès de l'âge, a en partie disparu, l'enveloppe cutanée, devenant trop large, se plisse en sens divers. C'est alors surtout qu'on voit se former sur la face, sur le cou, sur le dos de la main et la plupart des autres régions du corps ces plis fins, mais nombreux, qui, se rencontrant sous des incidences diverses, circonscrivent des polygones irréguliers, dont l'aspect varie d'ailleurs presque à l'infini.

Très élastiques chez l'enfant et chez l'adulte, les téguments se rétractent et ne se rident pas à la suite de l'amaigrissement que déterminent les maladies aiguës ou chroniques. Mais cette élasticité diminuant vers la fin de la vie, ils se rétractent de moins en moins et se plissent de plus en plus. Les rides de la vieillesse sont donc en raison composée de la vieillesse et de l'atrophie sénile.

d. Les *sillons papillaires* sont les plus superficiels. Ils semblent tracés sur la surface de la peau avec la pointe d'une aiguille. C'est sur la paume des mains et la plante des pieds qu'on les observe. Leur direction est rectiligne pour quelques-uns, curviligne pour le plus grand nombre. Sur la pulpe des doigts ils forment des courbes concentriques, dont la disposition a été minutieusement décrite par quelques auteurs. Ces sillons se voient facilement à l'œil nu, mais on les voit mieux avec une loupe.

Les sillons papillaires sont séparés par des saillies semblablement dirigées et de même longueur comparables à des crêtes. Sur ces crêtes sont situées des saillies microscopiques qui en recouvrent le sommet et qui n'affectent les unes à l'égard des autres aucune disposition régulière ; c'est sur leur sommet aussi et entre les papilles que viennent s'ouvrir les conduits des glandes sudorifères. Ces papilles et ces orifices seront décrits plus loin.

A la base des poils il existe souvent des saillies arrondies et très petites aussi, à peine sensibles. Elles n'occupent que certaines régions.

Chez un très grand nombre d'individus elles n'apparaissent même que sous l'impression subite du froid, et parfois aussi sous l'influence d'une émotion vive pendant le jour ou pendant le sommeil. C'est leur soudaine apparition qui constitue le phénomène si connu de la chair de poule. Suivant que ces saillies existent ou n'existent pas, la peau est rude ou unie ; et comme leur volume varie selon les individus, selon les régions, selon le développement de l'embonpoint et même selon la température, on conçoit qu'entre la peau la plus rude et la plus douce on observe une foule de degrés intermédiaires.

Les orifices dont la surface libre de la peau est pour ainsi dire criblée, représentent l'embouchure des glandes sudorifères et des glandes sébacées. Les premières s'ouvrent sur le sommet des crêtes papillaires dans les espaces qui séparent les papilles. Leur orifice est infundibuliforme et visible seulement à la loupe.

§ 4. — SURFACE INTERNE DE LA PEAU.

La peau par sa surface interne répond, sur la plus grande partie de son étendue, à une couche grasseuse connue sous le nom de *pannicule adipeux*.

Ce pannicule, ou couche grasseuse sous-cutanée, fait défaut sur certains points, particulièrement sur les paupières, sur le scrotum, sur le pénis, sur l'aréole du sein. Sur beaucoup d'autres on en retrouve seulement quelques traces. Son épaisseur est d'ailleurs très variable selon les individus, selon le sexe, selon l'âge et selon l'état de santé ou de maladie.

Sur la plus grande partie de son étendue le pannicule adipeux est ainsi constitué ; de la face interne de la peau se détachent des faisceaux fibreux qui forment par leur entre-croisement et leur union une lame aréolaire et résistante. Après avoir donné naissance à cette lame réticulée, les mêmes faisceaux se prolongent dans la couche grasseuse sous-jacente, en s'élargissant, s'amincissant et circonscrivant de grandes cellules dans chacune desquelles est logé un peloton adipeux. Arrivés sur les aponévroses et alors très atténués, ils forment par leur fusion une lamelle mince et transparente qui les recouvre et leur adhère.

Le pannicule adipeux se compose donc de trois couches, qui, réunies prennent le nom de *fascia superficialis*. La première, dense et manifestement fibreuse, fait partie de la peau ; c'est le feuillet superficiel du fascia. La seconde, beaucoup plus épaisse et plus molle, comprend tout le tissu adipeux sous-cutané ; c'est dans son épaisseur que cheminent les vaisseaux et les nerfs. La troisième, de nature conjonctivale, forme le feuillet profond.

Lorsque la peau se déplace, ce n'est pas le tégument externe qui glisse sur la couche grasseuse sous-cutanée, c'est celle-ci qui glisse sur les aponévroses. Il suit d'une semblable disposition que dans les plaies compliquées de décollement de la peau le fascia superficialis fait corps avec le derme et se détache en totalité avec les téguments.

Ainsi constitué, ce fascia doit être considéré comme une dépendance de la peau. Comme celle-ci il présente dans les diverses régions des modifications qu'il importe de signaler. C'est sur les parois du tronc qu'il revêt son type le plus parfait. Sur le bras et l'avant-bras, la cuisse et la jambe, on le retrouve encore avec ses trois couches ; mais déjà la couche moyenne fait défaut sur certains points, particulièrement sur les saillies osseuses, sur l'olécrâne, sur l'épitrôchlée, sur le grand trochanter, sur la tête du péroné.

Sur d'autres points du corps, ce n'est pas seulement la couche moyenne qui disparaît, mais aussi la couche interne. Le fascia superficialis n'est plus représenté alors que par les gros faisceaux fibreux, lesquels après un court trajet se continuent avec l'aponévrose sous-jacente ; de là pour la peau une adhérence intime et une perte à peu près complète de sa mobilité ; telle est la disposition que nous offrent les téguments de la paume des mains et de la plante des pieds.

Chez un grand nombre de mammifères, l'enveloppe cutanée, sur une partie variable de son étendue, est séparée de la couche adipeuse par les muscles pauciers. Chez l'homme, ces muscles sont rudimentaires ; on ne les rencontre qu'à la tête, sur les organes génitaux, sur l'aréole du sein. Mais chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, les muscles pauciers prennent un très grand développement.

La peau, par sa face interne, est aussi en rapport avec certaines parties du squelette, avec des artères, des veines, des vaisseaux lymphatiques et des nerfs.

Ses rapports avec les os sont peu étendus ; la clavicule, l'épine de l'omoplate, le sternum, la rotule, la face interne du tibia, les malléoles, sont ceux qu'elle recouvre immédiatement ; de ces rapports découlent deux conséquences : pour les os, une plus grande prédisposition aux fractures, et pour la peau une douleur plus vive sous le choc des instruments contondants. Au niveau de toutes ces saillies on ne trouve plus que les deux feuilletts superficiel et profond, qui, glissant l'un sur l'autre, prennent tous les deux un aspect uni. Très souvent le tissu conjonctif sous-jacent se transforme en une bourse séreuse d'autant plus complète et plus étendue qu'elle subit des mouvements plus répétés. Ces bourses séreuses se voient sur une foule de points ; elles offrent de grandes variétés ; la plus importante est celle qui répond à la rotule.

Les rapports de la peau avec les artères, les veines, les vaisseaux

lymphatiques et les nerfs ont été déjà mentionnés. Je rappellerai seulement :

1° Que les téguments du crâne et de la face, ceux des doigts et des orteils répondent seuls à des branches artérielles importantes, et qu'ils empruntent au sang provenant de ces vaisseaux une vitalité supérieure à celle des autres parties du système cutané ;

2° Que les veines et les vaisseaux lymphatiques situés sous la peau proviennent exclusivement de cette enveloppe ; que leur situation est d'autant plus profonde qu'ils deviennent plus volumineux et se rapprochent davantage de leur embouchure.

ARTICLE II

STRUCTURE DU SYSTÈME CUTANÉ

Le système cutané se compose de deux couches superposées : d'une couche profonde, le *derme* ou *chorion*, *cutis* des auteurs latins, et d'une couche superficielle, l'*épiderme* ou *cuticule*.

Ces deux couches, très différentes, sont étroitement unies. On peut les séparer cependant à l'aide des réactifs dilués. Sur les coupes perpendiculaires de la paume des mains ou de la plante des pieds on les distingue assez bien l'une de l'autre, et l'on voit qu'elles se pénètrent réciproquement. A chacune d'elles se rattachent une partie essentielle et des parties accessoires.

Comme partie essentielle, le derme nous présente une trame fibreuse aréolaire, dense et résistante, formée de tissu conjonctif et de fibres élastiques. Comme parties accessoires, il nous offre :

- 1° Les papilles qui en recouvrent toute la surface externe ;
- 2° Les glandes sudorifères et les glandes sébacées ;
- 3° Les organes producteurs des poils ou follicules pileux ;
- 4° Des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques ;
- 5° Des nerfs qui pénètrent en grand nombre dans son épaisseur ;
- 6° Du tissu adipeux qui remplit ses aréoles.

L'épiderme est réductible lui-même en deux couches secondaires bien distinctes. De ces deux couches, la plus profonde se compose de cellules pourvues d'un noyau bien évident : c'est la *couche muqueuse* ou *couche* de Malpighi. La seconde, ou superficielle, se compose aussi de cellules, mais de cellules sans noyaux : c'est la *couche cornée*. A l'épiderme se rattachent :

- 1° Une lame mince et amorphe qui en occupe la couche profonde ;
- 2° Les *poils*, simple modification des deux couches qui le com-

posent, et qui en sont par conséquent une dépendance, mais une dépendance si importante qu'ils forment un système à part, le *système pileux* ;

3° Les *ongles* qui en représentent une annexe du même ordre, d'une importance secondaire aussi chez l'homme, beaucoup plus grande dans une foule de vertébrés. Ces organes constituent le *système corné*, qui exige, comme le précédent, une étude spéciale.

§ 1^{er}. — DU DERME ET DE SES DÉPENDANCES.

Le derme représente la partie essentielle ou fondamentale du système cutané. C'est au derme que la peau est redevable de son épaisseur, de sa résistance, de son élasticité. Il en forme la charpente. Élément principal, il sert de substratum à tous les autres : à l'épiderme qui s'étale sur toutes les inégalités de sa surface et qui en prend fidèlement l'empreinte ; aux glandes sudorifères qui occupent les aréoles de sa face profonde ; aux glandes sébacées qui se creusent une loge dans ses couches superficielles ; aux divisions vasculaires et nerveuses qui le parcourent dans tous les sens.

Le derme est blanc, extensible et rétractile, très résistant, extrêmement mince sur certains points, notablement plus épais sur d'autres. Son épaisseur absolue varie d'un tiers de millimètre à 3 millimètres dans l'âge adulte.

Sa surface externe est recouverte par les papilles qui lui donnent sur la paume des mains et sur la plante des pieds un aspect sillonné. Séparée de l'épiderme, elle se montre criblée d'innombrables orifices qui répondent à l'embouchure des follicules pileux, des glandes sébacées et des glandes sudorifères. Les premiers et les seconds sont visibles à l'œil nu ; les derniers ne se voient qu'au microscope.

Sa surface interne est extrêmement inégale. On y remarque des parties saillantes et rentrantes. Les parties saillantes sont représentées par les faisceaux qui s'en détachent pour aller concourir à la formation du pannicule adipeux. Les parties rentrantes, limitées par les précédentes, portent le nom d'*aréoles*.

Ces aréoles sont superficielles au niveau des parties minces du derme, d'autant plus profondes et plus longues que le derme est plus épais. Elles tendent alors à prendre une forme cylindrique. Bichat et quelques autres anatomistes avaient cru qu'elles s'élevaient jusqu'à la surface papillaire du derme ; mais elles ne dépassent pas sa partie moyenne.

C'est dans ces aréoles que sont logées les glandes sudorifères, au nombre de trois à cinq pour chacune d'elles. C'est dans ces aréoles que

passent les artères et les nerfs pour se porter vers les papilles, et que passent aussi les veines et les lymphatiques qui en viennent.

Structure du derme.

Le derme est constitué par des faisceaux de tissu conjonctif et des fibres élastiques qui prennent à sa composition une part à peu près égale chez l'homme et les grands mammifères.

Les faisceaux conjonctifs sont si nombreux et si rapprochés qu'ils forment par leur union un tissu extrêmement dense, mais bien différent cependant selon que l'on considère la couche superficielle ou la couche profonde du derme. La couche superficielle est blanche, d'une texture si serrée et si résistante qu'elle paraît homogène au premier aspect ; l'analyse histologique seule peut démontrer qu'elle est aréolaire, réticulée et réductible aussi en fibrilles conjonctives.

La couche profonde se compose manifestement de faisceaux et fascicules du même ordre. Ce sont ces faisceaux, de forme et de dimensions différentes qui, en s'entre-croisant dans tous les sens et s'espaçant sur certains points de la face adhérente, délimitent les aréoles du derme.

Les fibres élastiques ne sont pas moins abondantes que les faisceaux conjonctifs. Elles occupent et remplissent leurs intervalles, se divisent et s'anastomosent sur tous les points, et n'affectent du reste aucune direction déterminée. Il en est de grosses, de moyennes et de très fines. C'est à l'extrême multiplicité de ces fibres que le derme est redevable de sa grande élasticité, de même qu'il emprunte sa grande résistance au nombre et à la densité de ses faisceaux fibreux.

Indépendamment des fibres conjonctives et des fibres élastiques, on observe dans le derme des faisceaux de fibres musculaires lisses qui ont déjà fixé notre attention. Nous avons vu qu'elles font défaut dans certaines régions, sur la paume des mains, sur la plante des pieds, dans le derme sous-onguéal, et sur toute la face, depuis les sourcils jusqu'au bord inférieur de la mâchoire. Mais sur les autres parties de l'enveloppe du corps on peut facilement constater leur existence. Ces faisceaux musculaires sont situés dans l'épaisseur de la couche superficielle du derme ; et partout ils se trouvent en connexions intimes avec les follicules pileux et surtout avec les glandes sébacées.

Il existe en général deux faisceaux pour chaque follicule, un pour chaque glande, en sorte qu'ils occupent une situation diamétralement opposée. Par leur extrémité profonde, ces faisceaux s'attachent aux parois des follicules, immédiatement au-dessous de la glande sébacée correspondante. De ce point d'attache ils s'élèvent en contournant la glande, puis ils se divisent en plusieurs languettes qui se perdent dans

la couche superficielle du derme, en prenant sur celle-ci leur point d'appui. En se raccourcissant, ils ont donc pour effet de comprimer la glande qu'ils contournent, et d'élever le follicule pileux auquel ils sont annexés. De là une saillie qui se produit à leur embouchure, c'est-à-dire à la base des poils au moment de leur contraction ; ce sont ces saillies qui, en apparaissant brusquement sur une ou plusieurs régions, caractérisent le phénomène de la chair de poule.

Unis au follicule pileux qu'ils soulèvent, aux deux glandes qu'ils compriment, et au poil que ces glandes lubrifient, ils constituent autant de petits appareils, fort utiles, dont l'homme n'a pas le privilège. On les retrouve chez presque tous les mammifères ; ils se montrent surtout en très grand nombre chez les oiseaux, où ils s'attachent aux follicules des plumes.

Cet usage des muscles pilifères nous explique pourquoi ils sont déjà si apparents chez le fœtus. N'est-ce pas, en effet, pendant la vie intra-utérine que la sécrétion sébacée atteint sa plus grande activité ? C'est à cette époque qu'elle est surtout utile pour protéger l'enveloppe tégumentaire contre l'action des eaux de l'amnios. Or, les glandes étant alors déjà très développées, les muscles se développent aussi pour présider à l'excrétion de leur contenu.

Cette destination des muscles intra-dermiques n'est pas la seule qu'ils remplissent. Ils ont aussi pour usage d'imprimer aux poils des mouvements qui ont pour avantage de secouer les poussières déposées à leur extrémité ou dans leurs intervalles. Les muscles peauciers ou sous-dermiques concourent puissamment au même résultat, en imprimant aux téguments des mouvements de totalité.

A. — Papilles de la peau.

Les papilles sont des saillies microscopiques, de volume variable, recouvrant toute la surface libre du derme, dont elles font partie, et remarquables surtout par leur vive sensibilité.

a. Nombre, volume, forme, répartition des papilles. — Le nombre des papilles est extrêmement considérable. Sur la presque totalité de l'enveloppe cutanée, il existe de 75 à 130 papilles sur 1 millimètre carré, en moyenne une centaine ; et, comme la superficie de la peau équivaut à 15 000 centimètres carrés chez l'homme, on voit que le nombre total de ces saillies peut être évalué à 15 millions environ. Sur la peau et la plante des pieds, où elles sont plus volumineuses, leur nombre sur 1 millimètre carré est beaucoup plus limité et ne dépasse pas le chiffre de 30 à 35.

Leur *volume* est en raison inverse de leur nombre. Il varie si nota-

blément qu'on peut les diviser en grosses, moyennes, petites, très petites. Les plus grosses se voient sur le mamelon. Celles de la paume des mains et de la plante des pieds se rangent parmi les moyennes. Les papilles sous-onguéales figurent parmi les petites. Dans le quatrième ordre viennent se grouper toutes les autres papilles, qui sont les plus nombreuses. Ajoutons que sur les régions où se montrent les grosses papilles et les papilles de moyen volume, il en existe aussi quelques-unes qui se distinguent par leur petitesse.

Leur *forme* se diversifie à l'infini. On peut cependant les ramener à deux principaux types : les papilles simples et les papilles composées.

Les papilles simples sont incomparablement les plus nombreuses. Elles offrent un volume très inégal et un mode de configuration très variable. Sur un espace de minime étendue, on en rencontre de coniques, d'hémisphériques, de pyramidales; quelques-unes prennent l'aspect d'une crête, ou s'étranglent à leur base et deviennent fongiformes. Elles diffèrent donc beaucoup les unes des autres.

Les papilles composées sont les plus remarquables; à cette catégorie se rattachent plus particulièrement les grosses papilles et les papilles moyennes. La paume des mains, la plante des pieds, l'aréole du sein et le mamelon en sont les principaux sièges. Leur forme est conique ou cylindroïde; beaucoup se bifurquent. Les autres se partagent en trois ou quatre papilles secondaires.

Toutes les papilles se touchent par la circonférence de leur base, en sorte qu'elles recouvrent la totalité de la surface du derme.

Le *mode de répartition* des papilles diffère selon qu'elles sont simples ou composées. — Les papilles simples n'affectent aucune disposition régulière dans leur distribution. Lorsqu'on examine au microscope la face profonde de l'épiderme, on reste surpris à la fois de l'inégalité et de l'irrégularité des fossettes qui en représentent l'empreinte. — Les papilles composées se rangent en séries linéaires, que séparent des sillons superficiels. Ces séries offrent quelques différences suivant la région qu'elles occupent : sur le derme sous-ongéal, elles sont rectilignes et parallèles; sur la paume des mains et la plante des pieds, elles sont curvilignes pour la plupart, se réunissent deux à deux, et les deux séries reposent sur une même crête du derme. Un sillon, visible à l'œil nu, sépare chaque crête de la crête voisine; et un autre sillon plus petit, visible seulement au microscope, et occupant le sommet de la crête, sépare les deux rangées qui la recouvrent; c'est dans ce sillon que viennent s'ouvrir les glandes sudorifères.

b. Structure des papilles. — Représentant un simple prolongement du derme, les papilles se composent des mêmes éléments généraux que celui-ci. Elles comprennent donc dans leur structure des faisceaux de

tissu conjonctif, des fibres élastiques, des vaisseaux sanguins, des vaisseaux lymphatiques et des nerfs.

Les faisceaux de tissu conjonctif sont caractérisés par leur grande densité et leur couleur blanche. Sur les coupes, vues à l'œil nu, ils semblent former un tissu homogène, qui se continue et se confond avec celui de la couche superficielle du derme.

Les fibres élastiques sont moins abondantes dans les papilles que dans les parties plus profondes du derme. Elles sont aussi plus fines et moins faciles à mettre en évidence.

Les vaisseaux sanguins sont en général de simples capillaires, dont la disposition varie pour les papilles simples et les papilles composées. Dans les plus petites ils forment une anse unique dont le sommet ne s'élève pas jusqu'au sommet de la papille. L'une des moitiés de l'anse se continue dans la couche la plus superficielle du derme avec un capillaire plus gros, provenant d'une artériole, et l'autre avec un capillaire qui va se jeter dans une veinule. Ces deux moitiés de l'anse suivent quelquefois une direction parallèle. Mais, le plus souvent, elles se contournent. Dans les papilles moyennes, c'est ainsi qu'elles se comportent, soit sur une partie, soit dans la totalité de leur trajet. Souvent l'anse se dédouble et se contourne aussi.

Dans les grosses papilles, au lieu d'une ou deux anses, on observe le plus souvent un petit réseau sanguin, les vaisseaux contournés et sinueux se divisant et s'anastomosant aussi.

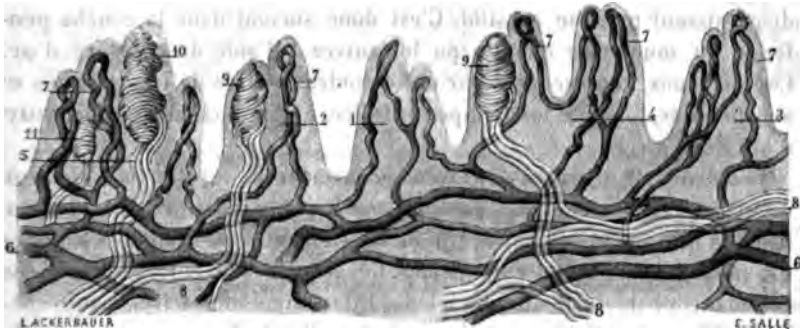


FIG. 162. — Papilles de la paume des mains. — Vaisseaux de ces papilles. Corpuscules du tact et nerfs qui en dépendent.

1, une papille bifide contenant deux anses vasculaires. — 2, autre papille contenant une anse vasculaire et un corpuscule du tact. — 3, papille trifide. — 4, papille contenant deux anses vasculaires. — 5, papille composée dans laquelle on remarque trois anses vasculaires et deux corpuscules. — 6, 6, réseau sanguin sous-cutané. — 7, 7, 7, 7, anses vasculaires qui en partent. — 8, 8, nerfs contribuant à former le plexus nerveux sous-papillaire. — 9, 9, deux corpuscules du tact recevant chacun trois tubes nerveux. — 10, un corpuscule plus gros auquel se rendent quatre tubes. — 11, petit corpuscule qui reçoit seulement deux tubes.

Dans les papilles composées, on voit autant d'anses vasculaires que de saillies secondaires ; et en outre des anastomoses s'établissent entre les vaisseaux situés dans la papille principale. Cette disposition plus compliquée est celle qu'on remarque dans les grosses papilles du mamelon, dans les crêtes qui supportent les papilles sériées de la paume des mains et de la plante des pieds et souvent aussi dans les grosses papilles de la couronne du gland.

Les *vaisseaux lymphatiques* des papilles et ceux qui naissent de toute l'épaisseur et de toute l'étendue du derme ont été précédemment décrits. Nous avons vu que chaque papille est le siège d'un réseau de lacunes et de capillicules occupant toute son épaisseur et que de ce réseau part un capillaire et quelquefois deux, qui occupent son axe et qui viennent se jeter dans les troncles collecteurs sous-jacents.

Les *nerfs*, après avoir traversé les aréoles du derme, se répandent dans sa couche la plus dense et la plus superficielle. Parvenus à cette limite, ils se divisent, s'anastomosent et forment dans cette couche un très riche plexus, dont les mailles se mêlent à celles des vaisseaux sanguins. De ce plexus ils pénètrent dans les papilles et se modifient alors très notablement.

Les uns se dépouillent de leur myéline, traversent le corps des papilles, puis la couche amorphe qui les recouvre, et se répandent ensuite dans l'épiderme en se divisant et s'unissant. Leurs dernières ramifications pénètrent jusque dans la couche cornée de l'épiderme où elles disparaissent presque aussitôt. C'est donc surtout dans la couche profonde ou muqueuse qu'on a pu les suivre à l'aide du chlorure d'or. Ces divisions, représentées par des cylindraxes, très déliés, ramifiés et anastomosés, ont été longtemps contestées. Leur existence est aujourd'hui démontrée.

Les divisions nerveuses qui sont recouvertes de myéline au moment où elles pénètrent dans les papilles sont incomparablement moins nombreuses que les précédentes. On ne les rencontre que dans les papilles qui possèdent un corpuscule du tact. Ces papilles sont celles de la paume des mains et de la plante des pieds. Elles augmentent très manifestement de nombre à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité terminale des doigts et des orteils.

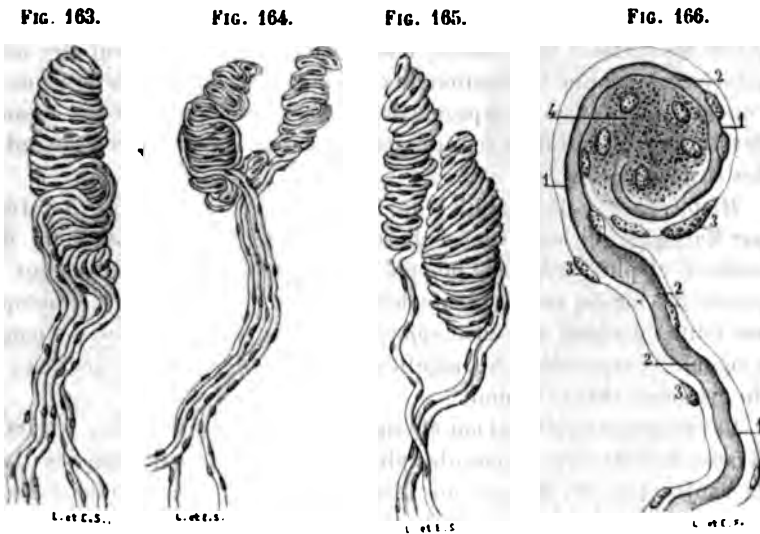
C'est donc sur la pulpe des doigts que ces corpuscules sont le plus multipliés ; sur une coupe verticale des téguments qui recouvrent cette partie terminale, on en rencontre toujours plusieurs, souvent jusqu'à six ou huit, ou même davantage. Leur volume est assez variable, il en est de petits et d'autres qui sont notablement plus gros. Ils occupent le sommet des papilles (fig. 162).

Leur forme la plus ordinaire est celle d'un ovoïde, dont le grand

axe se dirige perpendiculairement à la surface du corps. Quelques-uns sont simples, mais la plupart se composent de deux ou trois lobes; ces lobes se laissent décomposer par la méthode des dissociations en lobules plus petits représentant chacun un corpuscule indépendant.

Chacun des corpuscules du tact est formé par l'enroulement d'un tube nerveux qui vient se terminer dans sa partie centrale. Ces tubes varient de nombre: les plus petits corpuscules n'en reçoivent qu'un; les moyens, en général deux et quelquefois trois; les plus gros, jusqu'à quatre ou cinq.

Tous ces tubes sont en possession de leurs trois éléments: cylindraxe,



Trois corpuscules du tact; un corpuscule de la conjonctive.

FIG. 163. — Un corpuscule du tact avec son pédicule composé de cinq tubes. — Sur chacun de ces tubes on voit les noyaux de la gaine de Schwann qu'on peut suivre jusque sur les tubes enroulés où ils deviennent transversaux.

FIG. 164. — Un corpuscule du tact qui a été divisé par la méthode des dissociations en deux corpuscules secondaires, recevant chacun deux tubes nerveux. De ces deux corpuscules, le plus volumineux est formé de deux corpuscules, plus petits et superposés, qui auraient pu être séparés aussi.

FIG. 165. — Un corpuscule du tact qui a été divisé aussi par la méthode des dissociations en deux corpuscules juxtaposés. Le plus volumineux, qui reçoit deux tubes, aurait pu être subdivisé.

FIG. 166. — Un corpuscule de la conjonctive. Cette figure, empruntée à M. Rouget, démontre que les corpuscules de Krause sont des corpuscules du tact réduits à leur plus simple expression et que les précédents sont des corpuscules de Krause plus compliqués. — 1, 1, tube nerveux s'enroulant par sa partie terminale autour d'une petite masse nerveuse centrale, composée de noyaux et de granules, dans laquelle elle se perd. — 2, 2, sa gaine médullaire. — 3, 3, noyaux de la gaine de Schwann. — 4, substance nerveuse centrale du corpuscule.

myéline, gaine de Schwann. Nés du plexus nerveux sous-papillaire, ils pénètrent dans la papille qui leur correspond, en longeant son axe et en restant accolés. Au-dessous du corpuscule, ils se séparent, suivent un trajet différent, s'élèvent plus ou moins haut et se contournent pour le former par leur enroulement. Les noyaux de leur gaine de Schwann deviennent alors horizontaux. Après un trajet d'autant plus long qu'ils sont plus volumineux, ces tubes disparaissent, puis se terminent dans une substance granuleuse et nucléée de nature nerveuse, comparable aux plaques terminales des nerfs moteurs.

La destination des papilles est de multiplier la surface sensitive du derme, de même que nous verrons les villosités multiplier la surface absorbante de l'intestin grêle, de même que les lobes et lobules multiplient les surfaces sécrétantes ; leur existence en un mot peut être considérée comme une application de cette loi générale en vertu de laquelle l'énergie de la fonction est proportionnelle au développement de l'organe, développement qui dans les organes membraneux se mesure à l'étendue des surfaces.

Historique. — Les papilles de la peau ont été découvertes en 1664 par Malpighi, qui les a vues d'abord sur le pied du bœuf, sur celui des oiseaux, et plus tard chez l'homme : sur le bord libre des lèvres, sur la paume des mains, sur la plante des pieds, puis, à l'aide du microscope, sur toute l'étendue de l'enveloppe cutanée. Ruysch vers la même époque a signalé et représenté les papilles du gland, des organes génitaux et du mamelon chez la femme.

Les corpuscules du tact ont été signalés en 1852 par Meissner. En 1860, Krause a décrit les corpuscules plus simples qu'il avait observés dans la conjonctive. M. Rouget, en 1868, a montré la très grande analogie de ces corpuscules avec ceux du tact qui n'en diffèrent que par l'enroulement plus compliqué de leurs tubes ; et il en a fait connaître aussi la structure plus complètement que ses prédécesseurs.

B. — Glandes sudorifères.

Les glandes qui président à la sécrétion de la sueur se présentent sous l'aspect d'un tube, dont une extrémité se replie sur elle-même, tandis que l'autre se redresse pour aller s'ouvrir à la surface de la peau. La première, beaucoup plus importante, constitue le corps de la glande. La seconde joue le rôle de conduit excréteur.

a. Situation, volume des glandes sudorifères. — Considérées dans leur situation, ces glandes se divisent en deux principaux ordres : les unes sont situées dans les aréoles du derme ; les autres sont sous-cutanées.

Les glandes intra-aréolaires se réunissent par petits groupes, composés de trois, quatre ou cinq glandes, et occupant chacun une aréole. Sur les parties de la peau qui offrent peu d'épaisseur, les aréoles étant hémisphériques et peu profondes, ces petits groupes glandulaires sont très rapprochés de la face interne des téguments. Sur celles qui sont plus épaisses, comme la peau du cou, les aréoles étant longues et cylindriques, les glandes sont intra-dermiques.

Tous ces petits groupes de glandes sont entourés de tissu conjonctif, de tissu adipeux, d'artérioles et de veinules, dont les divisions pénètrent entre leurs replis et se perdent sur leurs parois. Ainsi disposés, ils

FIG. 167.

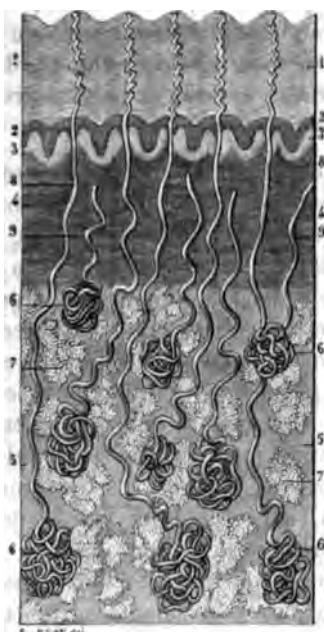
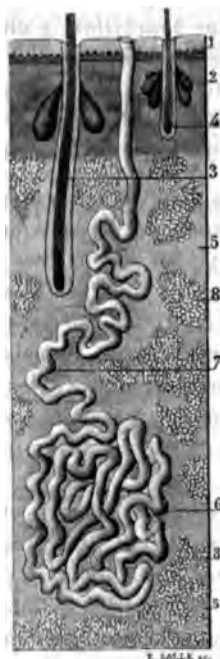


FIG. 168.



Glandes sudorifères.

FIG. 167. — *Glandes sudorifères de la paume des mains.* — 1, 1, couche cornée de l'épiderme. — 2, 2, sa couche muqueuse. — 3, 3, papilles accolées. — 4, 4, derme. — 5, 5, tissu cellulaire sous-cutané. — 6, 6, 6, 6, glandes sudorifères. — 7, 7, cellules graisseuses. — 8, 8, conduits excréteurs des glandes sudorifères, flexueux jusqu'au niveau des papilles, devenant rectilignes au moment où ils atteignent les sillons intermédiaires aux papilles accolées, et se contournant en spirale lorsqu'ils traversent l'épiderme. — 9, 9, deux conduits divisés.

FIG. 168. — *Une glande sudorifère du creux de l'aisselle.* — 1, épiderme. — 2, derme. — 3, un follicule pileux auquel se trouvent annexées deux glandes sébacées. — 4, un autre follicule pileux rudimentaire, dans lequel viennent s'ouvrir aussi deux glandes sébacées. — 5, 5, tissu conjonctif sous-cutané. — 6, grosse glande sudorifère. — 7, son conduit excréteur très flexueux. — 8, 8, cellules adipeuses.

participent aux phlegmasies de l'enveloppe cutanée et l'inflammation dont ils deviennent le siège produit des résultats différents, selon qu'ils occupent des aréoles superficielles et hémisphériques, ou profondes et cylindriques. Dans le premier cas, elle n'entraîne ordinairement aucune conséquence fâcheuse. Dans le second, le groupe des glandes, rencontrant autour de lui des parois fibreuses, inextensibles, subit un véritable étranglement et se gangrène. Si l'inflammation est localisée dans quelques aréoles, on voit se produire une tumeur acuminée qui prend le nom de *furoncle*, et dans le second une tumeur hémisphérique plus ou moins large qui prend celui d'*anthrax*.

L'étranglement qui a pour résultat la mortification des glandes sudorifères, lesquelles sont éliminées alors sous la forme d'une petite masse appelée *bourbillon*, a été contesté. Dupuytren cependant avait pris soin d'en exposer la théorie, que l'observation et l'anatomie normale justifient très bien dans tous ses détails. Cette théorie nous explique le danger qu'entraînent si fréquemment les grands anthrax et particulièrement ceux de la partie postérieure du cou et supérieure du dos.

Les glandes sous-cutanées ne se rencontrent que sur certaines régions qui répondent presque toutes aux extrémités du corps. Telle est la situation des glandes sudorifères du cuir chevelu, de la paume des mains, de la plante des pieds ; telle est surtout celle des glandes sudorifères du creux de l'aisselle qui forment une couche de 3 à 4 centimètres de largeur et de 2 millimètres d'épaisseur. Dans toutes ces régions on n'observe ni furoncle, ni anthrax, les conditions anatomiques étant différentes et l'inflammation à laquelle participent les glandes pouvant librement se développer. Dans ces conditions en effet il ne peut y avoir étranglement ; mais, à mesure que les glandes s'élèvent pour occuper des aréoles de plus en plus longues et de plus en plus étroites, les conditions de l'étranglement se réalisent et on les voit se produire avec toutes ses conséquences, d'autant plus graves que la peau est plus épaisse.

La couleur des glandes sudorifères est jaunâtre. Elle diffère assez de celles du derme pour que celles-ci apparaissent aussitôt et très nettement sur le fond de la préparation, lorsqu'on fait usage de la méthode des dissociations, qui ramollit le tissu fibreux sans porter atteinte aux glandes logées dans son épaisseur.

b. Dénombrement des glandes sudorifères. — Leur nombre est considérable. Leeuwenhoek et Eichorn qui ont cherché à l'évaluer ont pris pour base de leur étude les orifices par lesquels la sueur s'épanche sur la surface de la peau. Leeuwenhoek s'exprime ainsi : « D'après tout ce que j'ai vu, j'estime à 120 le nombre des orifices que présente la peau sur un espace linéaire équivalent à la dixième partie du pouce. Mais admettons que sur un pareil espace il existe 100 orifices seulement ; sur

une longueur d'un pouce il y en aura 1000; sur une longueur d'un pied, 12000; dans un pied carré, 144 millions; et, si nous évaluons la surface totale du corps chez un homme de taille moyenne à 14 pieds carrés, le nombre des orifices situés sur cette superficie s'élèvera à 2 milliards 16 millions. »

Ce calcul est évidemment très exagéré. C'est pourquoi je ne m'attacherai pas à en relever les erreurs. Ayant remarqué que les pores de la sueur sont visibles à l'œil nu sur la main et sur le pied, cet anatomiste imagina d'appliquer sur la peau une feuille de papier à laquelle il avait pratiqué une fenêtre d'une ligne carrée et de compter tous les orifices compris dans cet espace. Or sur la pulpe des doigts Eichorn trouva 25 orifices, 75 sur les autres parties de la paume de la main et 50 sur les autres régions du corps. Adoptant ce dernier chiffre comme une moyenne, il conclut que la peau présente 5000 pores par pouce carré et un peu plus de 10 millions sur sa surface entière.

Cette évaluation, exagérée aussi, repose sur une donnée qui est en partie exacte et en partie illusoire. Les orifices par lesquels les glandes s'ouvrent au dehors peuvent être comptés à l'œil nu, ou à l'aide d'une loupe sur la main et le pied; mais sur les autres parties du corps ils restent invisibles.

Leeuwenhoek d'abord, Eichorn ensuite ont donc pris pour base unique de leur calcul le nombre des orifices qu'on observe, pour un espace donné, sur les régions palmaire et plantaire. Or sur ces régions il atteint une importance exceptionnelle, d'où l'exagération dans laquelle ils sont tombés l'un et l'autre. Ce procédé cependant était bon, à condition de le perfectionner. Ces orifices qu'ils avaient vus sur deux régions seulement, il importait de les voir sur toutes, afin de constater si leur nombre varie et d'apprécier ces différences pour établir une moyenne.

Après de longues recherches j'ai réussi à distinguer ces orifices sur tous les points de la peau sans exception. Mais ce n'est pas sur la face externe de l'épiderme qu'il faut les chercher, c'est sur sa face interne.

Procédé d'étude. — Mon procédé consiste à détacher l'épiderme par voie de putréfaction. Je l'étale sur une lame de verre en tournant sa face adhérente en haut; puis je l'examine au microscope, au plus faible grossissement possible, 18 à 20 diamètres. Le plus habituellement alors on voit les orifices dont il est criblé, apparaître sur le fond transparent de la préparation en teinte sombre ou noire. Ils sont plus évidents sur certains points. Sur un de ces points je prends un segment représentant le quart d'un centimètre ou 25 millimètres carrés. J'humecte d'alcool sa face externe pour augmenter sa transparence, et, après l'avoir placé sur le porte-objet du microscope, en tournant sa face adhérente en haut, j'examine et je compte les orifices qu'elle présente.

En variant cette petite opération fort simple sur des segments d'épiderme empruntés aux diverses régions du corps, on arrive à reconnaître d'abord ce premier fait que le nombre des orifices varie très notablement suivant que l'épiderme est mince ou épais.

Sur les parties recouvertes par un épiderme mince, c'est-à-dire sur la presque totalité du corps à l'exception toutefois de la région axillaire, on observe, pour un espace de 25 millimètres carrés, 26 à 34 orifices, en moyenne une trentaine, ou 120 par centimètre, ce qui donnerait pour la surface totale de la peau 1 800 000 glandes, si celles-ci étaient réparties d'une manière uniforme. Mais elles sont plus nombreuses sur les points que recouvre un épiderme épais, c'est-à-dire sur les régions palmaire et plantaire. Le chiffre qui vient d'être énoncé est donc trop faible. Sur les régions précédentes, il existe sur un espace de 25 millimètres carrés de 94 à 118 orifices, en moyenne 106 glandes; elles sont par conséquent presque quatre fois aussi nombreuses que sur les autres parties du corps. En enlevant et découpant l'épiderme qui revêt ces régions, on reconnaît qu'il représente une surface de 240 centimètres carrés ou 960 quarts de centimètre, chiffre qui, multiplié par 106 ou plus simplement par 100, donne 96 000 glandes pour une main, 192 000 pour les deux mains, 284 000 pour les deux régions palmaires et les deux régions plantaires et par conséquent 2 094 000 pour la totalité du corps et même un peu plus, ou 2 300 000 environ, en tenant compte des glandes de l'aisselle plus multipliées encore que celles de la main et du pied.

Ce dénombrement des glandes sudorifères, reposant sur une base précise, peut être accepté comme très approximatif. Les auteurs qui voudront bien le contrôler arriveront aux mêmes résultats. J'ajouterais seulement pour ces auteurs quelques détails pratiques. Il ne faut pas se hâter d'enlever l'épiderme qu'on se propose d'examiner; car alors il entraîne avec lui la gaine épithéliale des glandes qui se replie et voile leur embouchure. On attendra donc quelques jours afin que ces gaines en se ramollissant se déchirent à leur extrémité terminale. Il importe aussi de laver la face externe de l'épiderme pour lui laisser toute sa transparence et de le soumettre à l'examen au moment où il vient d'être détaché. En humectant d'alcool sa face externe, on évitera de mouiller aussi sa face interne, car alors toute trace d'orifice disparaîtrait.

Au lieu d'adopter pour base de ce dénombrement les orifices des glandes sudorifères, on pourrait prendre ces glandes elles-mêmes. C'est la méthode que j'avais adoptée d'abord. Pour en faciliter l'application, je divisais un centimètre carré de la peau en dix parties et soumettais ensuite chacune de ces parties à un réactif qui ramollissait le derme sans altérer les glandes, je les mettais en pleine lumière et je pouvais en évaluer le nombre. Cette méthode donne aussi des résultats très

satisfaisants, mais un peu moins précis cependant que la précédente; elle en confirme du reste les conclusions.

Le volume de ces glandes présente des différences assez grandes pour qu'on puisse les distinguer en grosses, moyennes et petites. Le diamètre des plus grosses varie de 1 à 2 millimètres; celui des petites ne dépasse pas un cinquième, un huitième et même un dixième de millimètre; elles ne sont visibles qu'au microscope.

Les glandes sudorifères du creux de l'aisselle en occupent le sommet. Elles forment sous le derme une couche circulaire de 4 centimètres de diamètre. On les voit sans peine à l'œil nu. Ce serait du reste une très grande erreur de penser qu'on ne trouve dans cette région que des glandes volumineuses. C'est là sans contredit que résident ces grosses glandes et elles s'y montrent en majorité. Mais au milieu et autour de celles-ci il en existe beaucoup de petites et même de très petites qui sont toutes mélangées. Cependant j'ai vu aussi de très grosses glandes sudorifères sous la peau de l'aréole du sein; ces glandes s'hypertrophiant avec la mamelle vers la fin de la grossesse.

Les glandes de moyennes dimensions offrent de 0^{mm},2 à 0^{mm},3. Ce sont les plus répandues, on les rencontre dans presque toutes les parties du tégument externe. Les plus petites se mêlent aux précédentes.

FIG. 169.

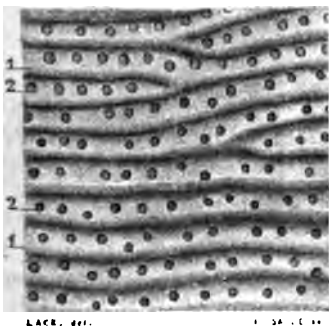
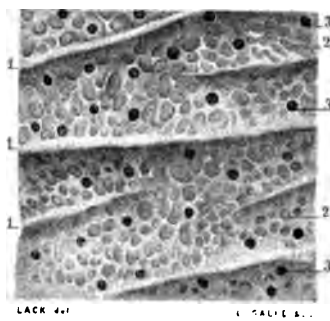


FIG. 170.



Nombre des orifices que présente l'épiderme sur un espace de 25 millimètres carrés.

FIG. 169. — *Épiderme de la paume des mains, vu par sa face profonde à un grossissement de 8 diamètres.* — 1, 1, crêtes de la face profonde ou adhérente de l'épiderme, répondant aux sillons interpapillaires du derme. — 2, 2, orifices des glandes sudorifères, disposés en séries linéaires, mais situés cependant à des intervalles un peu inégaux. On peut remarquer que le nombre des orifices s'élève sur ce segment d'épiderme à 107.

FIG. 170. — *Épiderme de la face dorsale de la main, vu par sa face profonde à un grossissement de 8 diamètres.* — 1, 1, crêtes de la face profonde de l'épiderme. — 2, 2, fossettes dans lesquelles sont reçues les papilles du derme. — 3, 3, orifices des glandes sudorifères; leur nombre est de 33 seulement.

c. Corps et conduit excréteur des glandes sudorifères. — Le corps de ces glandes est irrégulièrement arrondi. Souvent elles se compriment mutuellement dans la loge commune qu'elles occupent et prennent alors une forme allongée, conique, pyramidale ou triangulaire. Celles qui se trouvent au-dessous de la peau offrent une configuration plus ou moins sphérique. En général elles tendent à s'allonger de haut en bas, et s'allongent d'autant plus que l'aréole est plus étroite.

Réunies par petits groupes de quatre à cinq dans les aréoles du derme, elles s'entourent d'une enveloppe de tissu conjonctif à laquelle se mêlent un nombre variable de cellules adipeuses.

Leur corps est constitué par un tube, unique et très régulièrement calibré, dont l'origine figure un cul-de-sac hémisphérique, de même diamètre que le tube. J'ai pu constater plusieurs fois que cette extrémité initiale se dilate en ampoule dans certains cas morbides et se présente alors sous l'aspect d'un kyste qui est allongé au début de sa formation et qui devient sphérique lorsqu'il cesse de communiquer avec le tube dont il dépend (fig. 174, 175, 176, 177).

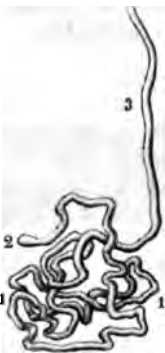


FIG. 171. — Glande sudorifère de la paume des mains.



FIG. 172. — Glande sudorifère du dos de la main.



FIG. 173. — Glande sudorifère du cuir chevelu.

FIG. 171. — *Glande sudorifère de la paume des mains.* — 1, 1, corps de la glande formée par les circonvolutions du tube sécréteur, circonvolutions qui s'appliquent les unes aux autres, d'où il suit qu'en détruisant les parties intermédiaires, on peut par simple pression les écarter et suivre le tube dans tout son trajet. — 2, extrémité initiale de ce tube constituée par un cul-de-sac hémisphérique. — 3, conduit excréteur de la glande légèrement flexueux.

FIG. 172. — *Glande sudorifère du dos de la main.* — 1, 1, corps de la glande, plus flexueux que celui de la précédente, mais cependant en partie déroulé aussi. — 2, conduit excréteur.

FIG. 173. — *Glande sudorifère du cuir chevelu.* — 1, corps de la glande formé par l'entassement des replis des tubes sécréteurs. — 2, extrémité initiale du tube sécréteur. — 3, conduit excréteur de la glande.

Comment se comporte le tube qui forme le corps de chaque glande? Sans s'expliquer bien nettement sur ce point la plupart des auteurs semblent admettre que son extrémité initiale en occupe le centre et qu'il s'enroule autour de cette partie centrale, d'où le nom de *glomérule* qu'ils lui donnent et qui est assez généralement adopté. Telle n'est pas cependant sa disposition. Je n'ai jamais vu le tube glandulaire s'enrouler à la manière d'un fil qui se pelotonne. Il s'infléchit, décrit des flexuosités de toutes formes et de toutes dimensions, et ces flexuosités retombant les unes sur les autres s'entassent, de telle sorte qu'elles forment, non un corps comparable à un peloton, mais un simple amas qu'on peut redresser ou dérouler par voie de compression, lorsque les glandes sont peu volumineuses.

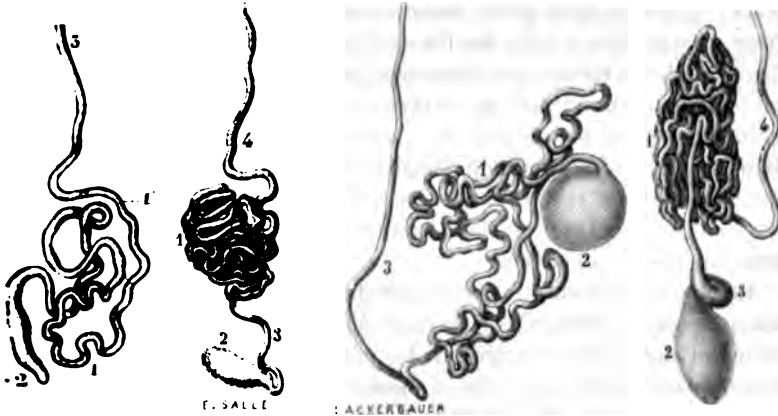
Le conduit excréteur des glandes sudorifères est flexueux aussi à son point de départ et même un peu flexueux aussi sur toute sa longueur; mais il tend de plus en plus à se redresser et monte ainsi vertica-

FIG. 174.

FIG. 175.

FIG. 176.

FIG. 177.



Plusieurs kystes de glandes sudorifères.

FIG. 174. — Glande sudorifère de la peau de la cuisse. — 1, 1, Tube sécréteur plus déroulé que les précédents. — 2, partie initiale de ce tube longitudinalement dilatée, représentant un kyste au début de sa formation. — 3, conduit excréteur.

FIG. 175. — Glande sudorifère du cuir chevelu. — 1, corps de la glande. — 2, son extrémité initiale encore peu dilatée, mais constituant cependant un kyste bien caractérisé. — 3, corps de la glande. — 4, son conduit excréteur.

FIG. 176. — Glande sudorifère de la peau de la cuisse. — 1, corps de la glande en partie déroulé. — 2, kyste siégeant sur l'origine du tube qui la compose. Ce kyste sphérique semble ne plus communiquer avec le conduit sécréteur. — 3, conduit excréteur de la glande.

FIG. 177. — Kyste d'une glande sudorifère de la face dorsale de la main. — 1, corps de la glande. — 2, kyste conoïde communiquant encore avec le tube glandulaire, dilaté aussi. — 3, conduit excréteur.

lement jusqu'à l'épiderme. Arrivé à cette limite, il se comporte très différemment selon que la peau est recouverte par un épiderme mince ou par un épiderme épais.

Sur les régions où l'épiderme est mince, c'est-à-dire sur la presque totalité de la surface du corps, il sort du derme en passant entre les papilles et ne pénètre nulle part dans celles-ci. Des sillons inter-papillaires il pénètre dans la couche profonde de l'épiderme, puis dans sa couche superficielle, en suivant une direction perpendiculaire à celle-ci. Parvenu à son embouchure, il se contourne, décrit un demi-tour seulement, puis s'ouvre à la surface de la peau par un orifice infundibuliforme qu'on voit très bien au microscope avec grossissement de 100 diamètres. Ces orifices, bien qu'irrégulièrement distribués, sont séparés par des espaces à peu près égaux.

Dans les régions palmaire et plantaire, les conduits excréteurs pénètrent dans les crêtes sur lesquelles les papilles sont situées en double rangée que sépare un très petit sillon; c'est par ce sillon qu'ils sortent du derme. Jusque-là perpendiculaires à la peau, ils prennent en entrant dans l'épiderme épais qui la recouvre une direction spiroïde, très régulière, comparable à celle des fils de laiton employés pour la confection des bretelles, s'élèvent parallèlement jusqu'à sa surface libre et se terminent sur celle-ci par un orifice infundibuliforme aussi, mais plus grand que celui par lequel ils s'ouvrent sur les épidermes minces. Dans leur trajet à travers l'épiderme ils décrivent vingt, vingt-cinq, trente tours de spire et même plus suivant l'épaisseur de la couche épidermique. Tous ces tours de spire sont réguliers et très rapprochés, mais non superposés cependant.

En voyant les conduits excréteurs des glandes sudorifères s'enrouler ainsi en spirale, lorsqu'ils traversent un épiderme d'une certaine épaisseur, on aurait pu croire que sur les points où il s'épaissit exceptionnellement ces conduits affectent la même disposition; mais ce serait une erreur. J'ai examiné les produits cornés qui se forment si fréquemment sur les orteils; ils n'offrent rien de semblable; j'ai soumis aussi à l'examen microscopique les plaques épidermiques de 3, 4 et 5 millimètres qu'on remarque chez tous les cordonniers sur la partie antéro-inférieure de la cuisse; elles ne m'ont jamais offert la moindre trace de conduit spiroïde. Ce mode d'enroulement ne se voit donc que sur l'épiderme de la paume des mains et de la plante des pieds.

d. Glandes sudorifères des vertébrés. — Chez les oiseaux, les reptiles et les poissons, ces glandes disparaissent; mais on les retrouve chez presque tous les mammifères qui offrent du reste sous ce rapport de très grandes différences.

Chez les rongeurs, ces glandes, le plus souvent, font défaut aussi, et,

lorsqu'elles existent, on les voit se réduire à leur plus simple expression. Chacune d'elles est représentée par un conduit rectiligne qui se contourne en demi-cercle à son extrémité profonde, en se renflant un peu. Sur d'autres parties du corps ce conduit se divise inférieurement en deux parties égales ou inégales qui décrivent de légères flexuosités.

Chez les carnassiers et particulièrement chez le chien, les glandes sudorifères présentent de très grandes variétés. Dans quelques-uns elles sont rudimentaires et même disparaissent entièrement. Chez d'autres, elles sont presque aussi développées que chez l'homme sur certaines parties de la peau et semblables à celles des rongeurs sur des régions voisines ou éloignées des précédentes. Leur développement en un mot varie selon les espèces, selon les individus et selon les parties que l'on considère. Il est caractérisé dans cette classe par son extrême variabilité.

Chez les pachydermes et surtout chez le *porc*, on rencontre, comme chez le chien, des glandes à l'état d'ébauche et des glandes très complètement développées, sur des points souvent très rapprochés.

Chez les solipèdes et les ruminants, ces glandes arrivent à leurs plus grandes dimensions. Elles sont énormes et se trouvent souvent si rapprochées qu'elles se touchent et forment sous la peau une couche presque continue. Leur développement cependant varie aussi selon les régions; c'est sur la mamelle qu'on rencontre les plus volumineuses.

L'étude comparée des glandes sudorifères nous enseigne en un mot : 1° que leur corps est formé chez tous les animaux qui en sont pourvus par un tube à direction sinueuse, dont les flexuosités se superposent et s'entassent, mais qu'on peut écarter et redresser au moins en partie et souvent en totalité ; 2° que ce tube est simple à son origine dans certains mammifères, bifide chez d'autres, et que cette disposition peut exister chez le même animal et sur la même région ; 3° qu'il est presque rectiligne sous sa forme la plus simple et d'autant plus flexueux que la glande est plus développée ; 4° enfin que la sécrétion de la sueur est en raison du nombre de ses flexuosités ou proportionnelle à sa longueur.

e. Structure des glandes sudorifères. — Les parois des glandes sudorifères sont formées de trois couches : d'une couche de tissu conjonctif, d'une couche hyaline et amorphe et d'une couche interne ou épithéliale. A ces trois couches s'ajoutent dans les plus grosses une couche musculaire à fibres lisses, sous-jacente à la couche conjonctivale.

La *couche externe* est une dépendance de l'enveloppe que le tissu conjonctif fournit à toutes les glandes sudorifères. Elle s'applique immédiatement au tube contourné qui en constitue le corps et au tube qui part du corps et qui en représente le conduit excréteur. C'est dans cette couche que se répandent les capillaires sanguins et les filets nerveux partis comme ceux-ci de l'enveloppe commune propre à chaque corps

glandulaire. Par cette première couche les conduits émanés de chacun de ces corps se continuent avec le derme.

La seconde couche ou couche amorphe, très mince et transparente, se continue à son extrémité terminale avec la couche amorphe de la peau; elle en tire son origine comme la précédente tire son origine du derme.

La couche interne ou épithéliale peut être considérée aussi comme une dépendance de la peau. Elle part manifestement de l'épiderme et se continue avec sa couche profonde ou muqueuse. Les cellules qui la forment sont munies comme celle-ci d'un noyau très évident. Lorsque sur un cadavre dont l'épiderme se détache sous l'influence de la putréfaction, on le soulève avec un certain ménagement, on voit toutes les gaines épithéliales des conduits excréteurs sortir du derme et suivre la couche épidermique, sur la face interne de laquelle elles se courbent et s'appliquent. On peut faire très facilement cette observation sur la peau du talon et de la pulpe des orteils on des doigts. Pour voir les cellules de ces gaines, il suffit d'enlever quelques tubes et de les examiner au microscope, en les recouvrant d'une mince lamelle, après les avoir arrosés d'une goutte de cette solution : acide sulfurique au 3000^e, une partie; acide acétique au 150^e, une partie. Presque aussitôt les cellules se montrent avec leur noyau.

Sur les grosses glandes du creux de l'aisselle, il existe au-dessous de la couche externe des fibres musculaires lisses, qui se prolongent sur leur conduit excréteur. Mais c'est en vain qu'on cherche ces fibres musculaires sur d'autres glandes et sur celles des vertébrés.

f. Développement des glandes sudorifères. — Les glandes qui sécrètent la sueur apparaissent vers le quatrième mois de la vie intra-utérine. Elles sont d'abord représentées par un amas de cellules sphériques, contenant chacune un gros noyau, et formant une petite colonne dont l'extrémité profonde s'enfonce dans le derme, tandis que l'autre se continue avec l'épiderme. Autour de ce premier vestige de la glande se montre une trace de la couche amorphe de l'épiderme. A leur apparition elles sont donc constituées surtout par un prolongement des cellules et dépourvues de cavité.

A sept mois, les cellules centrales se ramollissent et laissent à la place qu'elles occupaient un liquide pulpeux qui devient plus transparent et qui prend bientôt l'aspect d'une cavité. Celle-ci s'allonge, se régularise, puis traverse la couche cornée de l'épiderme, sur lequel elle finit par s'ouvrir.

Pendant que le bourgeon émané de la couche profonde de l'épiderme s'allonge supérieurement, il s'allonge aussi par son extrémité profonde; et on le voit alors se recourber en arc de cercle, comme

chez les rongeurs. En même temps le tube s'infléchit, devient flexueux, et le corps de la glande s'accroît en raison du nombre de ses sinuosités.

Si l'on compare les divers états par lesquels passent les glandes sudorifères pendant leur évolution, aux diverses formes qu'elles nous offrent chez les mammifères, on reconnaît facilement que leur développement selon l'âge correspond exactement à leur développement selon la série zoologique. Les glandes les plus simples des animaux peuvent être considérées comme des glandes qui n'ont parcouru que la première période de leur croissance; celles qui sont plus composées, comme des glandes plus développées, mais encore imparfaites; et celles qui nous offrent les plus grandes dimensions, comme des glandes parvenues à leur entière évolution. Les glandes sudorifères des vertébrés, en un mot, nous rappellent sous une forme permanente les divers états transitoires par lesquels elles passent dans l'espèce humaine.

Fonctions. — Jusqu'en 1852 tous les auteurs s'accordaient pour considérer comme deux fonctions différentes la sécrétion de la sueur et la transpiration insensible, qui, à leurs yeux, était une simple exhalation. Je m'attachais alors à démontrer que ces deux fonctions n'en constituent qu'une seule; que cette unique fonction offre des degrés très divers d'activité; que la transpiration insensible en est le degré le plus faible, et la sueur le degré le plus élevé; et qu'entre ces deux termes extrêmes, il existe une foule de degrés intermédiaires, établissant la transition de l'un à l'autre. Aujourd'hui ces faits ne sont plus contestés. Le liquide exhalé pendant la transpiration insensible et celui qui ruisselle à la surface du corps sous l'influence des grandes chaleurs, proviennent de la même source, des glandes sudorifères qui le produisent, selon leurs divers degrés d'activité, tantôt en très minime quantité, tantôt en grande abondance.

Propriétés et composition chimique de la sueur. — Ce liquide a été analysé par plusieurs chimistes, Thénard, Chevreul, Berzélius, etc. Mais les études de ces auteurs n'avaient porté que sur de petites quantités, qui rendent les analyses différentes et incomplètes. A. Fabre, le premier, a opéré sur des masses de sueurs considérables recueillies avec les soins nécessaires pour la garantir de toute altération, par voie de mélange ou de fermentation. Les détails qui suivent sont extraits du travail lu à l'Académie des sciences, en 1852, par cet habile chimiste.

La sueur présente la fluidité et la transparence de l'eau. Son odeur, *sui generis*, n'a rien de désagréable dans l'état physiologique, c'est-à-dire lorsqu'elle n'a subi aucune altération. Sa saveur est acide; mais elle devient promptement alcaline sous l'influence de l'évaporation.

Lorsqu'on fractionne la quantité de sueur recueillie sur la surface du corps, pendant la transpiration, on constate que le premier tiers est

toujours acide, que le second est neutre ou alcalin, et le troisième constamment alcalin.

La sueur contient une forte proportion de sel marin, une certaine quantité de chlorures de potassium, des sels, de l'urée qu'on obtient en cristaux, et deux acides combinés avec la soude et la potasse.

De ces deux acides, le premier est l'acide lactique. Le second est l'*acide sudorique* ou *hydrotique*. Ce dernier à l'état libre est sirupeux, incristallisable, soluble dans l'alcool absolu. Il forme des sels presque avec toutes les bases et contient le même nombre d'équivalents de carbone que l'acide urique.

Une analyse faite sur 14 litres lui a permis de constater que les principes de la sueur sont unis dans les proportions suivantes :

	Sur 14 litres.	Pour 10,000 gr.
	gr.	gr.
Chlorure de sodium.....	31,22	22,30
Chlorure de potassium.....	3,41	2,43
Sulfates alcalins.....	0,16	0,11
Albuminates alcalins.....	0,07	0,05
Lactate de soude et de potasse.....	4,44	3,17
Hydrotate de soude et de potasse.....	21,87	15,62
Urée.....	0,59	0,42
Matières grasses.....	0,19	0,13
Eau.....	13 938,02	9 955,73

On trouve en outre dans la sueur, le plus souvent, quelques traces de phosphates alcalins, de phosphates alcalino-terreux, de sels calcaires et des débris d'épithélium.

En comparant cette composition à celle de l'urine, on voit que ces deux produits de sécrétion renferment de l'urée, et que tous les deux ont pour matière minérale principale le sel marin. Mais ils diffèrent par les proportions de sulfate de soude et de potasse qu'ils contiennent : les sulfates sont beaucoup plus abondants dans l'urine ; la soude et la potasse, combinées avec les acides lactique et hydrotique, se présentent au contraire en quantité plus considérable dans la sueur.

On sait quel rapport intime existe entre la transpiration et la sécrétion urinaire. L'étude des glandes sudorifères nous démontre que ce rapport n'est pas seulement physiologique. Il est aussi anatomique ; de part et d'autre le fluide sécrété est essentiellement excrémentitiel ; de part et d'autre ce fluide nous présente une odeur *sui generis* ; de part et d'autre l'organe sécréteur est une glande tubuleuse. Seulement, dans l'appareil urinaire, les tubes urinifères sont comme reliés en un seul faisceau que la nature a placé sur le trajet de l'un des plus grands courants artériels de l'économie, tandis que dans l'appareil sudorifère ces tubes se trouvent disséminés sur toute l'étendue de l'enveloppe cutanée, et appendus chacun, comme un simple globule, aux dernières divisions

de l'arbre aortique. Remarquons encore que des deux côtés les tubes sécréteurs sont très flexueux à leur origine et à peu près rectilignes à leur terminaison.

Ajoutons enfin pour compléter ce parallèle, que, lorsqu'un de ces émonctoires cesse de fonctionner ou se ralentit dans son action, l'autre redouble d'activité afin de le suppléer. Le vieillard que la faiblesse de ses muscles condamne au repos transpire moins et urine plus; aussi le rein est-il entre tous nos organes le seul peut-être qui échappe à l'atrophie sénile. L'homme qui vit sous un climat chaud transpire beaucoup au contraire et urine peu. Il est probable dès lors que plus on se rapproche de l'équateur, plus l'appareil sudorifère se développe; que plus on remonte vers le pôle, plus aussi l'appareil urinaire acquiert d'importance. Une étude comparée des proportions relatives de ces deux grands appareils sous les diverses latitudes offrirait assurément un vif intérêt. Mais la science ne possède aucune donnée qui lui permette d'aborder, ni même d'ébaucher une telle comparaison.

Procédé d'étude applicable aux glandes sudorifères. — La méthode des dissociations est celle qui convient le mieux pour l'étude de ces glandes, chez l'homme et les mammifères. Elle est aussi la plus simple et la plus expéditive. Étant donné un lambeau de peau quelconque, on l'immergera dans cette solution :

Acide chlorhydrique au 5°	9 parties.
Acide acétique ordinaire.....	1 partie.

L'immersion pourra être prolongée pendant vingt-quatre heures ou pendant plusieurs jours en hiver. Ce lambeau de peau sera ensuite soumis à l'ébullition dans ce réactif :

Acide chlorhydrique au 15°	9 parties.
Acide acétique ordinaire.....	1 partie.

La durée de l'ébullition sera de quelques minutes. On juge qu'elle est suffisante lorsque la peau, qui, au début de l'opération, était ferme et très dense, commence à se ramollir; en la touchant avec une petite baguette de verre on constate facilement ce ramollissement. Il importe de ne pas le porter jusqu'à l'état pulpeux; les téguments doivent conserver une certaine consistance. Après les avoir exposés à un courant d'eau froide, on pourra les étudier aussitôt; mais il est plus convenable de les laisser séjourner quelques jours dans cette solution :

Acide acétique au 100°	2 parties.
Glycérine pure.....	1 partie.

La préparation se conservera très bien dans ce réactif et il suffira d'en détacher une tranche mince, perpendiculaire à la peau et de

l'observer à un grossissement de 100 ou 200 diamètres pour voir avec une parfaite netteté toutes les glandes qui en dépendent. Afin de rendre la transparence plus complète, on arrose la coupe avec une goutte du liquide précédent, et on la comprime assez fortement, pour l'étaler le mieux possible. Après quelques essais, tout observateur arrivera sans peine à étudier, non seulement les glandes sudorifères, mais aussi les glandes sébacées dans leurs moindres détails. Sur un même lambeau de peau les unes et les autres seront également évidentes.

C. — Glandes sébacées.

Ainsi nommées parce qu'elles sécrètent une matière grasse, ces glandes, comme les précédentes, sont répandues sur toute l'étendue de l'enveloppe cutanée. Mais elles ne sont pas aussi également réparties. Quelques régions en sont abondamment pourvues ; sur d'autres elles se trouvent beaucoup plus espacées et plus rares, ou font même entièrement et constamment défaut.

Elles se montrent en très grand nombre dans la peau du front, sur le pourtour de l'orifice palpébral, sur les parties latérales du nez, sur le pavillon de l'oreille, dans le cuir chevelu, sur le mamelon, sur les organes génitaux externes chez la femme. Elles sont moins développées dans les téguments du cou, du tronc et des membres. Sur les régions palmaires et plantaires on n'en rencontre jamais aucune trace.

a. Situation, volume, nombre des glandes sébacées. — Les glandes sébacées sont situées dans l'épaisseur de la couche superficielle du derme. Nous avons vu que les glandes sudorifères au contraire occupent la couche profonde de la peau, creusée d'aréoles dans lesquelles elles se rassemblent par petits groupes. Ces deux ordres de glandes affectent donc chacun un siège bien déterminé et bien distinct. On ne les voit nulle part se mélanger ; elles se superposent, celles qui sécrètent la matière sébacée étant toujours plus superficielles, celles qui sécrètent la sueur, plus profondes.

Leur volume présente de telles différences que les petites égalent à peine la centième partie des plus grosses. Entre ces dimensions extrêmes se déroule toute la longue série des dimensions intermédiaires, qu'on trouve réunies souvent sur la même région et quelquefois même sur un même point de celle-ci. Ainsi, par exemple, sur une tranche mince de la peau de l'aile du nez on pourra observer toutes ces infinies variétés ; et l'on remarquera aussi qu'elles se disposent par étages irréguliers ; les plus minimales sont presque sous-épidermiques ; les petites un peu moins superficielles ; les moyennes et surtout les plus grosses sont toujours les plus profondes.

Leur nombre est considérable, mais ne saurait être déterminé avec quelque précision. Les données qui nous ont permis de faire le dénombrement approximatif des glandes sudorifères font ici défaut. Elles sont manifestement moins multipliées que ces dernières. La différence est surtout très sensible sur les membres et sur le tronc où la proportion des unes aux autres est de 1 à 6 ou 8. Sur l'extrémité céphalique cette proportion se modifie un peu : ainsi, sur le cuir chevelu, le pavillon de l'oreille et une partie des téguments de la face, il y a presque égalité. Sur le bord libre des paupières et sur les organes génitaux externes de la femme, la différence est en faveur des glandes sébacées. Les rapports de nombre entre celles-ci et les glandes sudorifères offrent donc de très grandes variétés.

b. Classification des glandes sébacées. — Toutes les glandes sudorifères se ressemblent. Il n'en est pas ainsi des glandes sébacées. Dans l'innombrable quantité de celles qui se trouvent disséminées sur la vaste étendue de la peau, on n'en trouverait peut-être pas deux parfaitement semblables. La nature qui se plaît à varier ses productions les a diversifiées ici avec un art infini.

Cependant en les comparant entre elles on voit que sur toutes les régions où existent des follicules pileux, elles entrent en connexion intime avec ceux-ci : tantôt c'est la glande qui forme une annexe du follicule ; tantôt c'est le follicule qui s'ouvre dans la cavité de celle-ci et qui devient une annexe de la glande. Elles ne restent indépendantes que sur des points dépourvus de poils. Il suit de ces données qu'on peut les diviser en trois classes :

La première comprend toutes les glandes, extrêmement nombreuses, qui s'abouchent dans la cavité d'un follicule pileux ;

La seconde, toutes celles qui s'ouvrent directement sur la surface de la peau et qui donnent passage à un poil rudimentaire ;

La troisième, celles qui s'ouvrent, comme les précédentes, sur la surface cutanée, mais dont l'embouchure ne livre passage à aucun poil.

Chacune de ces trois classes présente un ensemble de caractères qui lui sont propres et qui la distinguent des deux autres.

1° Glandes sébacées s'ouvrant dans un follicule pileux. — A cette classe appartiennent : 1° toutes les glandes qui s'ouvrent dans des follicules complètement développés, comme celles du cuir chevelu, des sourcils, des cils, des régions axillaires et pubienne, du scrotum et des grandes lèvres, etc. ; 2° celles très nombreuses aussi qui s'ouvrent dans des follicules rudimentaires, parmi lesquelles je dois mentionner les glandes sébacées du pavillon de l'oreille, des joues et une foule d'autres situées sur le front, le nez, le cou, le tronc et les membres.

Telle est leur multiplicité, que cette classe comprend au moins les

l'observer à un grossissement de 100 ou 200 diamètres pour voir avec une parfaite netteté toutes les glandes qui en dépendent. Afin de rendre la transparence plus complète, on arrose la coupe avec une goutte du liquide précédent, et on la comprime assez fortement, pour l'étaler le mieux possible. Après quelques essais, tout observateur arrivera sans peine à étudier, non seulement les glandes sudorifères, mais aussi les glandes sébacées dans leurs moindres détails. Sur un même lambeau de peau les unes et les autres seront également évidentes.

C. — Glandes sébacées.

Ainsi nommées parce qu'elles sécrètent une matière grasse, ces glandes, comme les précédentes, sont répandues sur toute l'étendue de l'enveloppe cutanée. Mais elles ne sont pas aussi également réparties. Quelques régions en sont abondamment pourvues; sur d'autres elles se trouvent beaucoup plus espacées et plus rares, ou font même entièrement et constamment défaut.

Elles se montrent en très grand nombre dans la peau du front, sur le pourtour de l'orifice palpébral, sur les parties latérales du nez, sur le pavillon de l'oreille, dans le cuir chevelu, sur le mamelon, sur les organes génitaux externes chez la femme. Elles sont moins développées dans les téguments du cou, du tronc et des membres. Sur les régions palmaires et plantaires on n'en rencontre jamais aucune trace.

a. Situation, volume, nombre des glandes sébacées. — Les glandes sébacées sont situées dans l'épaisseur de la couche superficielle du derme. Nous avons vu que les glandes sudorifères au contraire occupent la couche profonde de la peau, creusée d'aréoles dans lesquelles elles se rassemblent par petits groupes. Ces deux ordres de glandes affectent donc chacun un siège bien déterminé et bien distinct. On ne les voit nulle part se mélanger; elles se superposent, celles qui sécrètent la matière sébacée étant toujours plus superficielles, celles qui sécrètent la sueur, plus profondes.

Leur volume présente de telles différences que les petites égalent à peine la centième partie des plus grosses. Entre ces dimensions extrêmes se déroule toute la longue série des dimensions intermédiaires, qu'on trouve réunies souvent sur la même région et quelquefois même sur un même point de celle-ci. Ainsi, par exemple, sur une tranche mince de la peau de l'aile du nez on pourra observer toutes ces infinies variétés; et l'on remarquera aussi qu'elles se disposent par étages irréguliers; les plus minimales sont presque sous-épidermiques; les petites un peu moins superficielles; les moyennes et surtout les plus grosses sont toujours les plus profondes.

Leur nombre est considérable, mais ne saurait être déterminé avec quelque précision. Les données qui nous ont permis de faire le dénombrement approximatif des glandes sudorifères font ici défaut. Elles sont manifestement moins multipliées que ces dernières. La différence est surtout très sensible sur les membres et sur le tronc où la proportion des unes aux autres est de 1 à 6 ou 8. Sur l'extrémité céphalique cette proportion se modifie un peu : ainsi, sur le cuir chevelu, le pavillon de l'oreille et une partie des téguments de la face, il y a presque égalité. Sur le bord libre des paupières et sur les organes génitaux externes de la femme, la différence est en faveur des glandes sébacées. Les rapports de nombre entre celles-ci et les glandes sudorifères offrent donc de très grandes variétés.

b. Classification des glandes sébacées. — Toutes les glandes sudorifères se ressemblent. Il n'en est pas ainsi des glandes sébacées. Dans l'innombrable quantité de celles qui se trouvent disséminées sur la vaste étendue de la peau, on n'en trouverait peut-être pas deux parfaitement semblables. La nature qui se plaît à varier ses productions les a diversifiées ici avec un art infini.

Cependant en les comparant entre elles on voit que sur toutes les régions où existent des follicules pileux, elles entrent en connexion intime avec ceux-ci : tantôt c'est la glande qui forme une annexe du follicule ; tantôt c'est le follicule qui s'ouvre dans la cavité de celle-ci et qui devient une annexe de la glande. Elles ne restent indépendantes que sur des points dépourvus de poils. Il suit de ces données qu'on peut les diviser en trois classes :

La première comprend toutes les glandes, extrêmement nombreuses, qui s'abouchent dans la cavité d'un follicule pileux ;

La seconde, toutes celles qui s'ouvrent directement sur la surface de la peau et qui donnent passage à un poil rudimentaire ;

La troisième, celles qui s'ouvrent, comme les précédentes, sur la surface cutanée, mais dont l'embouchure ne livre passage à aucun poil.

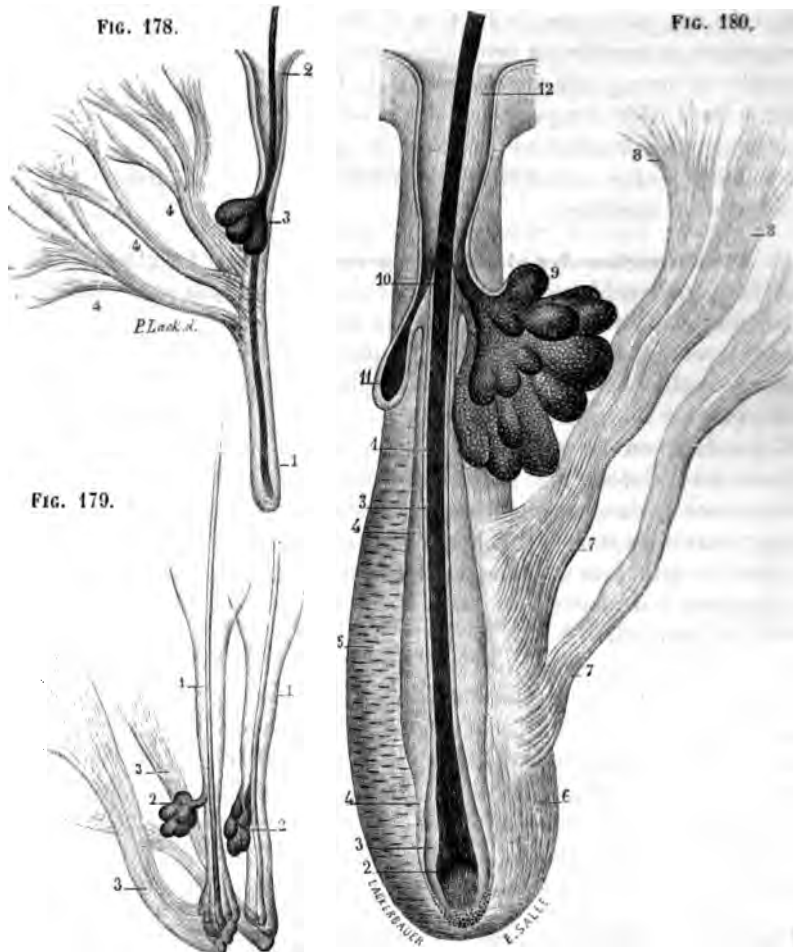
Chacune de ces trois classes présente un ensemble de caractères qui lui sont propres et qui la distinguent des deux autres.

1° Glandes sébacées s'ouvrant dans un follicule pileux. — A cette classe appartiennent : 1° toutes les glandes qui s'ouvrent dans des follicules complètement développés, comme celles du cuir chevelu, des sourcils, des cils, des régions axillaires et pubienne, du scrotum et des grandes lèvres, etc. ; 2° celles très nombreuses aussi qui s'ouvrent dans des follicules rudimentaires, parmi lesquelles je dois mentionner les glandes sébacées du pavillon de l'oreille, des joues et une foule d'autres situées sur le front, le nez, le cou, le tronc et les membres.

Telle est leur multiplicité, que cette classe comprend au moins les

neuf dixièmes des glandes sébacées. Sur certaines régions elles se mélangent à celles de la seconde classe ; elles sont alors extrêmement petites et plus superficielles que ces dernières.

Chaque follicule pileux possède le plus habituellement deux glandes



Glandes sébacées de première classe vues dans leurs rapports avec les follicules pileux et les muscles.

FIG. 178. — Glande sébacée de la peau de la cuisse. — 1, follicule pileux dans lequel s'ouvre la glande. — 2, embouchure de ce follicule. — 3, glandule composée de trois utricules seulement. — 4, 4, 4, muscle à fibres lisses s'attachant au-dessous de la glande, puis se divisant en plusieurs fascicules qui vont se perdre dans la couche superficielle du derme.

FIG. 179. — Deux glandes sébacées de la peau de la mamelle. — 1, 1, follicules

diamétralement opposées. Il n'est pas rare de rencontrer sur un follicule une glande volumineuse et compliquée, et sur un autre une glande rudimentaire.

Les connexions qu'affectent ces glandes avec les follicules pileux sont importantes à connaître. Elles n'adhèrent à ceux-ci que par un tissu connectif assez lâche; leur conduit excréteur, en général très court, pénètre obliquement dans leurs parois et s'ouvre dans leur cavité à une hauteur qui varie selon que le follicule contient un poil complètement développé, ou un poil à l'état de vestige. Dans le premier cas, l'embouchure de la glande répond ordinairement à l'union de leur tiers supé-

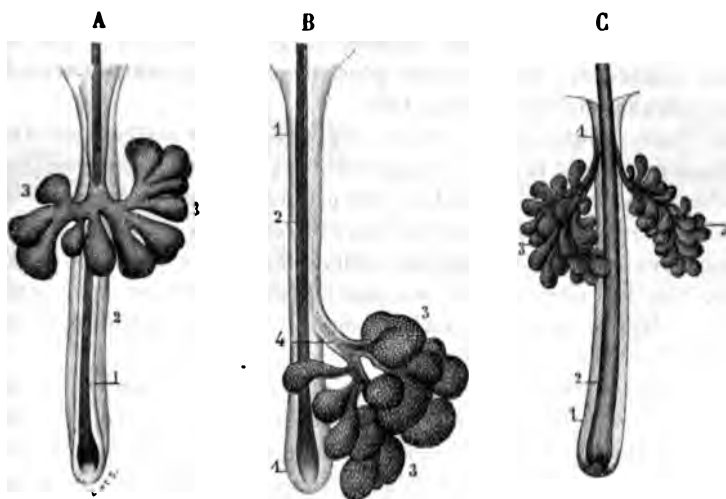


FIG. 181. — Glandes sébacées de première classe, sans connexion avec les muscles.

A. Glande sébacée de la peau du sourcil. — 1, poil. — 2, follicule pileux. — 3, glande sébacée s'ouvrant dans le tiers supérieur du follicule.

B. Glandes sébacées du scrotum. — 1, 1, follicule pileux. — 2, poil. — 3, 3, glande sébacée. — 4, son conduit excréteur s'ouvrant très bas dans le follicule.

C. Glandes sébacées du bord libre des paupières. — 1, follicule pileux. — 2, poil dont l'extrémité supérieure a été excisée. — 3, 3, glandes sébacées.

pileux dans lesquels elles s'ouvrent. — 2, 2, ces glandes très rapprochées de l'extrémité inférieure du follicule dont elles dépendent. — 3, 3, muscles s'attachant à cette extrémité inférieure.

Fig. 180. — Glande sébacée du cuir chevelu. — 1, poil. — 2, son bulbe duquel part sa partie centrale ou médullaire. — 3, sa partie externe ou fibreuse. — 4, 4, paroi du follicule pileux. — 5, sa couche interne à fibres circulaires avec ses noyaux. — 6, sa couche externe à fibres longitudinales. — 7, 7, muscles lisses prenant insertion sur cette couche externe. — 8, 8, leur extrémité libre ou supérieure. — 9, glande sébacée volumineuse dont le conduit s'ouvre dans le tiers supérieur du follicule. — 10, son conduit excréteur. — 11, glande sébacée uni-utriculaire dont le minime volume est exceptionnel; le plus habituellement les deux glandes annexées au même follicule offrent le même développement. — 12, embouchure du follicule pileux.

rieur avec leurs deux tiers inférieurs. Dans le second, elle répond à leur tiers inférieur (fig. 181 ; A et B).

Au-dessous de ces glandes s'attachent les muscles lisses de la peau, qui les contournent et les embrassent dans leur concavité.

Le mode de conformation des glandes qui s'ouvrent dans les follicules pileux est extrêmement variable. Les plus simples sont constituées par un utricule, tantôt très minime, tantôt plus saillant et tantôt plus allongé et renflé à son extrémité (fig. 183).

A côté de ces glandes représentées par un seul utricule, viennent se placer des glandes moins simples qui se composent de deux ou plusieurs utricules, ce sont les *glandes lobulées* ; et celles plus composées encore comprenant deux ou plusieurs lobules, ou glandes lobées, lesquelles peuvent comprendre aussi deux ou plusieurs lobes et prennent alors le nom de *glandes multilobées* (fig. 181).

Pour étudier toutes ces variétés, on fera usage de la méthode des dissociations en suivant le procédé applicable aux glandes sudorifères. Sur un lambeau de la peau du front, sur les paupières, sur les téguments de la joue, on verra les glandes utriculaires et lobulées ; et sur celles du cuir chevelu, sur celles des ailes du nez surtout, les glandes lobées et multilobées. Sur les ailes du nez on pourra même observer dans leurs moindres détails toutes les variétés de forme et de constitution des glandes sébacées.

Les glandes sébacées de la première classe ont pour attribution de lubrifier les poils. Ce que font nos artistes capillaires, la nature l'a fait pour le système pileux en déposant à la base de chaque poil une petite réserve de matière grasse que les muscles lisses de la peau et les pressions de tous genres éliminent par fractions insensibles en la répandant sur toute leur longueur. Suivant que la sécrétion et l'élimination de la matière sébacée s'effectueront dans de bonnes ou mauvaises conditions, le système pileux sera uni et lisse, ou prendra un aspect rude qui accusera une lésion de fonction. Cette fonction, chez l'homme, n'a qu'une assez minime importance ; mais elle en prend une très grande chez les mammifères, dont le système pileux est bien autrement développé.

Chez les oiseaux, ces glandes font défaut à la base des plumes ; on n'en voit jamais le moindre vestige autour du bulbe qui leur donne naissance. Mais elles se trouvent rassemblées au-dessus des vertèbres coccygiennes où elles forment un petit groupe ; c'est à cette source qu'ils puisent la matière sébacée, pour la reprendre ensuite avec leur bec sur toute la surface du corps.

Kystes sébacés. — Lorsqu'un poil se détache, il s'en reproduit un autre qui ne tarde pas à franchir l'orifice du follicule pileux. Mais il arrive quelquefois qu'avant sa sortie la matière sébacée s'altère au niveau

de cet orifice, durcit, prend une couleur noire et joue le rôle d'un obturateur. Quelquefois aussi l'embouchure du follicule s'oblitére réellement. La sécrétion continuant, le produit de la glande s'accumule dans sa cavité qui se dilate de plus en plus. Ainsi se forment ces tumeurs ou *kystes sébacés*, connus aussi sous les noms de *tumeurs folliculaires*, de *tannes*, de *loupes*, qu'on observe sur toutes les parties du corps, et plus particulièrement sur le cuir chevelu.

2^e *Glandes sébacées s'ouvrant sur la surface de la peau et donnant passage à un poil rudimentaire.* — On ne trouve les glandes sébacées

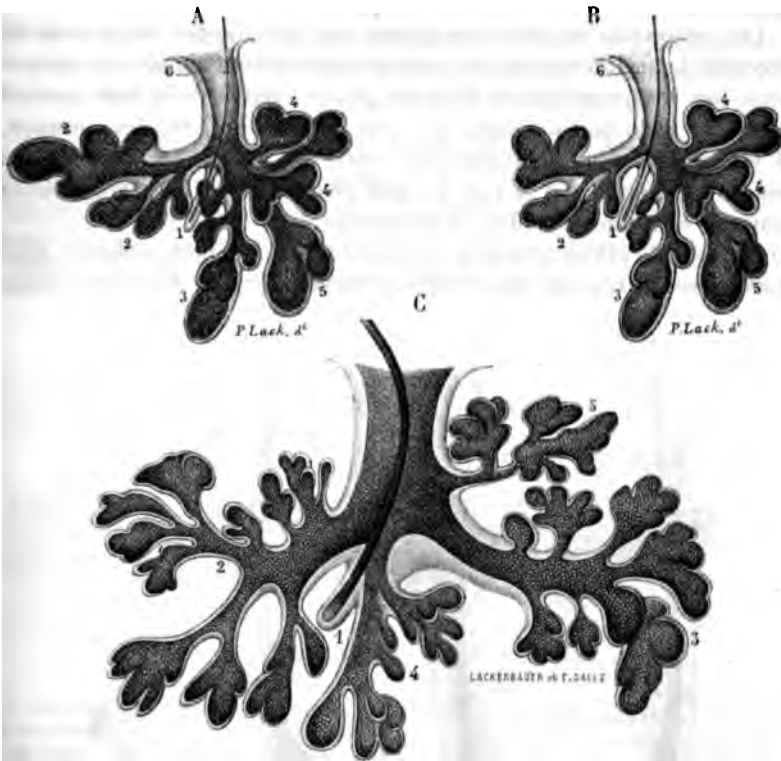


FIG. 182. — Glandes sébacées de la seconde classe.

- A. *Glande sébacée composée de plusieurs lobules.* — 1, follicule pileux. — 2, premier lobule. — 3, second lobule. — 4, troisième lobule. — 5, quatrième lobule. — 6, embouchure du follicule pileux.
- B. *Glande sébacée du front.* — 1, follicule pileux. — 2, 3, 4, 5, lobules qui forment la glande. — 6, son conduit excréteur donnant passage à un poil de duvet.
- C. *Grosse glande sébacée multilobée de l'aile du nez.* — 1, follicule pileux. — 2, 3, deux grands lobes. — 4, lobe plus petit. — 5, lobule. — De l'embouchure de la glande sort un poil rudimentaire.

de la seconde classe que sur certaines régions, le front, le pavillon de l'oreille, les joues. A cette classe appartiennent aussi celles de l'aréole du sein et quelques autres clairsemées sur le tronc et les membres.

Si elles sont beaucoup moins répandues que les précédentes, par contre elles sont en général beaucoup plus volumineuses ; c'est à cette classe que se rattachent toutes les grosses glandes sébacées.

Plus volumineuses, elles sont aussi plus compliquées, un très petit nombre seulement se composant d'un simple follicule. La plupart sont formées de deux ou plusieurs lobules et même de deux ou plusieurs lobes. Tous ces lobes et lobules convergent autour d'une cavité commune qui s'ouvre à la surface de la peau.

Les connexions des follicules pileux avec les glandes sébacées de la seconde classe diffèrent un peu, suivant qu'elles sont simples ou composées. Sur les premières le follicule pileux s'ouvre dans leur conduit excréteur et le poil s'échappe par son embouchure. Sur les secondes, il est situé le plus habituellement entre les lobules de la glande qui souvent le dérobent à la vue. Le poil pénètre dans leur cavité, puis la traverse et sort par l'orifice qui la termine.

Le follicule pileux annexé à ces glandes est quelquefois double, disposition assez fréquente pour celles de l'aréole du sein. Mais alors même

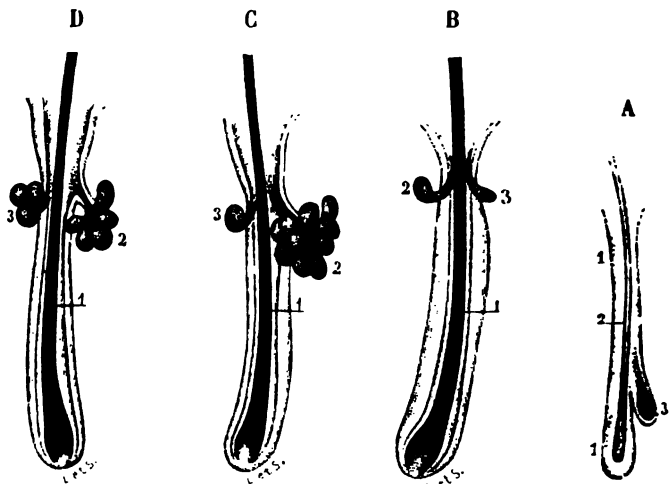


FIG. 183. — Évolution des glandes sébacées de première classe.

A. *Glande palpébrale.* — 1, 1, follicule pileux. — 2, poil. — 3, glandule uni-utriculaire.

B. *Deux glandes uni-utriculaires.* — 1, follicule pileux. — 2, 3, glandules.

C. *Deux glandes inégalement développées.* — 1, follicule pileux. — 2, 3, glandules.

D. *Glandes composées de quelques utricules.* — 1, follicule pileux. — 2, glandule formée de cinq utricules. — 3, glandule formée de trois utricules.

qu'il est unique, leur cavité peut contenir plusieurs poils et jusqu'à huit, dix et douze dans certaines grosses glandes de l'aile du nez. Cette multiplicité des poils doit être considérée comme un fait morbide, consécutif à l'oblitération de la glande. Lorsqu'un premier poil est tombé dans sa cavité, un autre se développe, tombe à son tour; et, le même phénomène se renouvelant, le nombre des poils augmente de plus en plus, au point de former une sorte de petit pinceau.

De la description qui précède, il ne faudrait pas conclure qu'entre les glandes s'ouvrant dans un follicule pileux et celles qui s'ouvrent sur la surface de la peau il existe une ligne de démarcation bien tranchée. Entre ces deux ordres de glandes il en est qui établissent la transition des unes aux autres, et ces glandes intermédiaires sont assez nombreuses. Bien que la distinction que nous avons admise soit parfaitement fondée, il convient donc de ne pas en exagérer l'importance (fig. 185).

Usages. — En voyant les glandes de la seconde classe n'apparaître que sur les points où le système pileux se réduit à l'état de vestige et n'existe pour ainsi dire plus, on comprend bien toute leur utilité. La peau reste livrée au contact des corps et aux irritations de tout genre; c'est pour la protéger que ces glandes versent leur produit à sa surface.

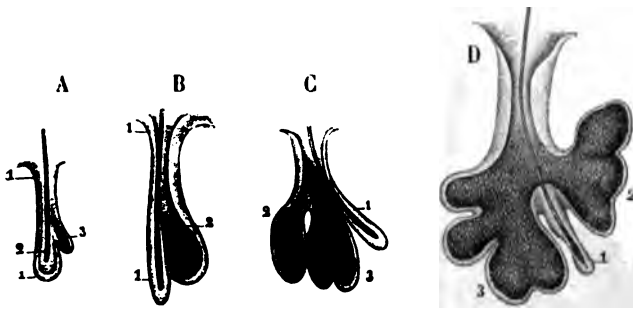


FIG. 184. — Évolution des glandes sébacées de seconde classe.

A. Glande sébacée uni-utriculaire; le follicule pileux est rudimentaire aussi. Mais il est un peu plus développé que la glande, et celle-ci peut être rattachée aux glandes de la première classe ou considérée comme une glande de transition.

B. Une glande sébacée uni-utriculaire, plus développée que le follicule pileux adjacent, lequel s'ouvre dans sa cavité: c'est une glande de seconde classe à l'état embryonnaire. — 1, follicule pileux. — 2, glandule.

C. Glande sébacée composée de deux utricules dont l'un commence à se subdiviser. — 1, follicule pileux. — 2, utricule simple. — 3, utricule dont la base présente un vestige de bifidité.

D. Glande sébacée plus avancée dans son évolution. — 1, follicule pileux s'ouvrant dans la cavité de la glande. — 2, utricule tendant à se partager en trois utricules secondaires. — 3, utricule déjà divisé en deux autres plus petits qui sont aussi en voie de division.

Sur les régions recouvertes de poils, ceux-ci étant recouverts eux-mêmes d'une couche de matière grasse suffisent pour la mettre à l'abri des fâcheux effets de ce contact. Aussi chez les mammifères font-elles défaut ; ce n'est que sur les parties glabres qu'on en trouve quelques-unes.

Chez l'homme elles se montrent plus abondantes ; mais leur destination au fond diffère peu de celle des glandes qui s'ouvrent dans les follicules pileux : les unes et les autres protègent l'enveloppe, celles-ci par l'intermédiaire des poils, celles-là d'une manière plus directe. Mais pourquoi un poil rudimentaire est-il constamment annexé à ces glandes ? Quelle est son utilité ? Peut-être joue-t-il le rôle de conducteur à l'égard de la matière sébacée ; peut-être sa présence dans le conduit et l'embouchure de ces glandes a-t-elle pour but d'en prévenir l'oblitération ; peut-être aussi ne figure-t-il ici qu'à titre d'indice, nous révélant le plan sur lequel sont constituées toutes les glandes sébacées.

3° *Glandes sébacées s'ouvrant sur la surface de la peau et ne livrant passage à aucun poil.* — On n'observe ce troisième ordre de glandes que sur quelques points, sur la face interne du prépuce, sur le mamelon, au-devant de l'entrée du vagin.

Celles du prépuce se distinguent surtout par leur rareté et leur simplicité. Sur le mamelon elles sont au contraire très nombreuses et



FIG. 185. — Deux glandes sébacées de transition.

A. *Glande sébacée de l'aile du nez, dont le follicule pileux et la glande offrent un égal développement.* — 1, follicule pileux. — 2, 2, glandule sébacée. — 3, 3, glande sébacée constituée par un lobe très composé.

B. *Grosse glande sébacée de la peau du front, composée de quatre lobules.* — 1, follicule pileux. — 2, 3, 4, 5, ses quatre lobules. Comme la précédente, elle représente aussi une glande de transition.

internes et les deux épigastriques. Mais elle cesse de l'être pour la région postérieure dans laquelle viennent se perdre des artères plus petites et moins nombreuses que celles des régions latérales.

3° Autour des grandes articulations, la peau qui correspond au côté de l'extension est plus vasculaire que celle qui répond au côté de la flexion, d'où il suit que le premier est celui qu'il importe de choisir pour l'application des révulsifs.

4° Les parties sur lesquelles les papilles sont plus développées sont pourvues aussi d'une plus grande abondance de vaisseaux. A l'appui de cette proposition, il suffit de rappeler l'extrême vascularité de la paume des mains et de la plante des pieds.

Parvenues à la face profonde de la peau et déjà réduites à une grande ténuité, les artères s'engagent dans les aréoles du derme, les parcourent de dedans en dehors, en passant entre les glandes sudorifères auxquelles elles abandonnent de nombreuses divisions. Du sommet des aréoles elles se prolongent dans la moitié supérieure du derme, se partagent alors en plusieurs rameaux ascendants et divergents, puis s'épanouissent dans la couche sous-papillaire, en nombreuses ramifications qui forment dans cette couche un très riche plexus. De celui-ci partent les capillaires destinés aux papilles.

Quant aux vaisseaux dérivatifs, décrits par Sucquet, nous avons vu précédemment qu'aucun fait positif ne démontre leur existence. Dans la peau, comme dans toutes les autres parties du corps, les artères et les veines ont pour intermédiaires les vaisseaux capillaires; c'est en vain qu'on a cherché des exceptions à cette loi.

Veines. — Les veines de la peau tirent leur principale origine des papilles et de la couche superficielle du derme. Leurs premières radicules s'unissent pour former un plexus dont les mailles irrégulières et serrées se mêlent à celles du réseau artériel correspondant. De ce plexus sous-papillaire émanent des rameaux plus importants qui se dirigent comme les artéριοles vers les aréoles dans lesquelles elles pénètrent par leur sommet. En les traversant, elles reçoivent les veinules provenant du groupe des glandes sudorifères, prennent alors un calibre plus considérable, puis s'engagent dans l'épaisseur de la couche adipeuse sous-jacente. Devenues sous-cutanées, les veines de la peau sont caractérisées :

1° Par leur volume notablement supérieur à celui des artères qu'elles accompagnent;

2° Par le long trajet qu'elles suivent sous les téguments avant de traverser les aponévroses;

3° Par leurs communications très multipliées, et le plexus à longues mailles elliptiques résultant de ces anastomoses;

4° Par leurs valvules, assez nombreuses, sur quelques-unes, particulièrement sur celles des membres inférieurs;

5° Par l'épaisseur très inégale de leurs parois; celles dans lesquelles le sang coule par son propre poids, comme les veines de la tête et du cou, offrent des parois plus minces; celles qui suivent une direction ascendante, comme les deux saphènes, possèdent des parois plus épaisses et des fibres musculaires longitudinales.

Vaisseaux lymphatiques. — Ces vaisseaux ont été précédemment décrits avec tous les détails et toutes les considérations qui s'y rattachent. Je ne reviendrai donc pas sur leur étude. J'ajouterai seulement qu'ils sont d'autant plus développés qu'ils répondent à une région plus riche en glandes et en ramifications nerveuses. Les régions palmaires et plantaires, si remarquables par l'abondance de leurs glandes et par leur vive sensibilité, le sont aussi par le grand développement de leurs vaisseaux lymphatiques. Le scrotum, la mamelle, la muqueuse vulvaire méritent également d'être mentionnés sous ce rapport.

E. — Nerfs de la peau.

Les divisions nerveuses qui viennent se terminer dans la peau sont extrêmement nombreuses, non seulement chez l'homme, mais aussi dans toute la longue série des animaux qui appartiennent à l'embranchement des vertébrés. Chez tous, depuis les plus élevés jusqu'aux plus inférieurs, l'enveloppe jetée sur les dernières limites de l'organisme est douée d'une vive sensibilité qu'elle emprunte au nombre et au volume des nerfs qui viennent se perdre dans son épaisseur.

Ces nerfs sont de deux ordres : les uns naissent du système nerveux de la vie animale; et les autres, non moins nombreux et importants, du système nerveux de la vie organique.

a. Nerfs à myéline. — Les divisions qui émanent de l'encéphale et de la moelle épinière sont les seules qui aient été vues et attentivement étudiées. Elles cheminent d'abord dans l'épaisseur de la couche cellulo-graisseuse sous-cutanée.

Après un trajet souvent assez long, elles s'appliquent à la face profonde du derme, puis s'engagent dans ses aréoles, et poursuivent leur marche ascendante.

Du sommet des aréoles les nerfs à myéline se prolongent jusque dans la couche sous-papillaire, où ils se divisent en nombreux ramuscules, de volumes divers, qui se mêlent aux divisions vasculaires, et qui s'anastomosent comme celles-ci, pour former également un plexus d'une extrême richesse. De ce réseau sous-papillaire partent leurs dernières

ramifications qui se comportent différemment selon qu'elles se terminent dans les papilles, ou vont se répandre dans l'épiderme. Les unes, en possession de leurs trois éléments, se rendent aux corpuscules du tact, et n'existent par conséquent que dans certaines régions que nous avons fait connaître. Les autres, réduites à l'état de cylindraxes, traversent le derme, entrent dans la couche profonde ou muqueuse de l'épiderme, et s'y perdent en se ramifiant et s'anastomosant.

b. Nerfs gris. — Les nerfs qui proviennent du système nerveux de la vie organique ont été jusqu'ici méconnus. Ils sont extrêmement nombreux cependant, suivent pour la plupart les nerfs à myéline, les croisent, les entourent, et souvent se juxtaposent aux tubes qui les composent. Tous ces nerfs gris sont formés par un cylindraxe qu'entoure une gaine de Schwann, et diffèrent notablement des précédents, dont il est, du reste, très facile de les distinguer.

Les deux systèmes nerveux sont donc représentés dans l'enveloppe cutanée. Le système ganglionnaire qu'on croyait cantonné dans les viscères du tronc se prolonge, comme le système nerveux de la vie animale, jusqu'aux dernières limites de l'organisme. L'un et l'autre s'étendent jusqu'à cette limite extrême dans un but déterminé et spécial. Chacun d'eux, en effet, présente une terminaison qui lui est propre et des attributions très distinctes.

Nous avons vu les nerfs à myéline se terminer dans les papilles et la couche épidermique qui les recouvrent, c'est-à-dire dans les éléments sensibles qui font partie du domaine de la vie animale.

Les nerfs gris se terminent dans les glandes sébacées, dans les glandes sudorifères et dans les muscles de la peau, c'est-à-dire dans les éléments qui font partie du domaine de la vie organique; car ces glandes sont des émonctoires du même ordre que les reins; et les muscles pili-fères sont aussi des muscles lisses. Ce mode spécial de terminaison se voit chez l'homme bien clairement, et avec la même netteté chez les mammifères, particulièrement chez le mouton où le tissu conjonctif est plus facile à dissocier, et avec une parfaite netteté aussi chez les oiseaux, dont les muscles cutanés sont si nombreux.

Les nerfs gris suivent deux trajets très différents : les uns se mêlent aux nerfs mixtes; tels sont les nerfs vaso-moteurs. Les autres restent situés en dehors des nerfs mixtes qu'ils accompagnent dans toute l'étendue de leur trajet; tels sont ceux qui viennent se terminer dans la peau. Ces derniers marchent quelquefois parallèlement aux nerfs blancs; mais le plus souvent ils les croisent, et les enlacent de leurs anastomoses.

Le système nerveux ganglionnaire s'étend donc jusqu'aux plus petits organes de la vie nutritive, quelle que soit leur situation; et pour les

animer de son influence, il va les chercher jusque sur les confins de l'organisme, c'est-à-dire jusque dans le sens du ta semblait, comme tous les autres, exclusivement subordonné à l'e de la vie animale, et qui se rattache en partie aussi au domaine vie organique. Aucun fait ne démontre avec plus d'autorité l'ind dance des deux systèmes nerveux.

F. — Corpuscules de Pacini.

Ces corpuscules se rencontrent dans plusieurs parties très diffé du corps, chez l'homme et les vertébrés.

Chez l'homme on les observe sur le contour de quelques articula plus rarement dans le périoste et dans les aponévroses, constam dans un certain nombre de tendons.

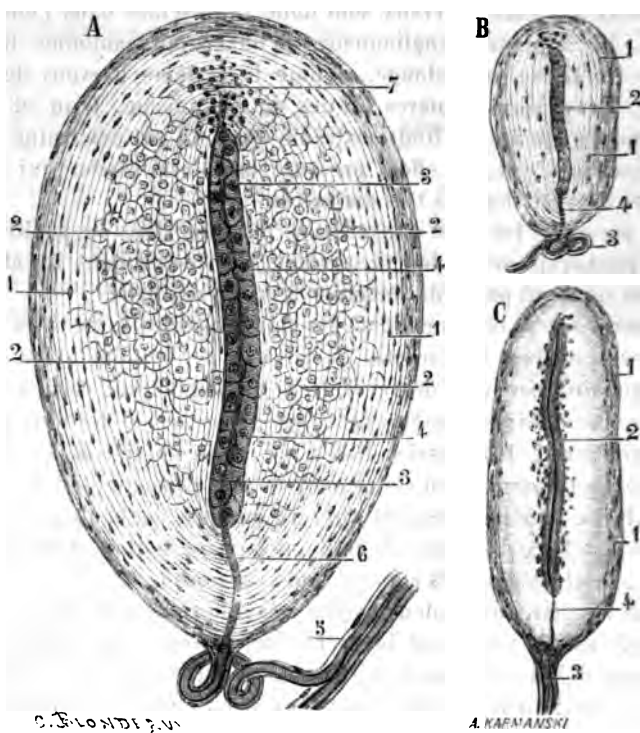


FIG. 187. — Corpuscules de Pacini (200 diamètres).

A. *Corpuscule de Pacini de la paume des mains chez l'homme.* — 1, 1, capsules; les cellules endothéliales sont vues par leur bord. — 2, 2, capsules dont les cell sont vues par leur face. — 3, 3, cavité centrale dont les parois sont tapissées aussi une couche endothéliale. — 4, 4, cylindraxe occupant le centre de cette cavité

Chez les animaux, il en existe dans le mésentère chez le chat, et sur le bec des palmipèdes et des gallinacés.

Mais c'est au-dessous de la peau qu'ils se montrent le plus habituellement et en plus grand nombre. C'est donc au sens du tact qu'il convient de rattacher leur étude.

Considérés chez l'homme, ils ont pour siège plus spécial la plante des pieds et surtout la paume des mains sur lesquelles leur existence est constante, et sur lesquelles aussi ils deviennent d'autant plus nombreux qu'on se rapproche davantage de leur extrémité terminale. Lorsqu'on se propose d'en prendre connaissance, c'est donc sur les parties latérales des doigts et des orteils qu'il faut les chercher. Le procédé le plus simple et le plus sûr pour les rencontrer consiste à détacher sur un enfant ou sur un adulte les téguments de la face palmaire des doigts. On les place ensuite dans l'acide acétique au 100°, pendant quelques jours; puis avec des ciseaux on enlève l'un des rameaux ou ramuscules qui partent des nerfs collatéraux. Sur ce rameau de 4 ou 5 millimètres de longueur, observé au microscope, on trouve presque toujours un corpuscule, souvent deux, plus rarement trois, qu'on peut examiner alors dans tous leurs détails.

C'est dans l'espèce humaine que ces corpuscules atteignent leurs plus grandes dimensions. Ils sont véritablement énormes lorsqu'on les compare à ceux qui existent sur les autres parties du corps, et surtout à ceux qu'on trouve chez les mammifères et les oiseaux. Les plus petits n'ont pas moins d'un dixième de millimètre; les plus gros atteignent une longueur de 0^{mm},4 à 0^{mm},5. On peut donc les voir très bien à un faible grossissement et même à l'œil nu.

Leur forme est assez régulièrement ovoïde ou ellipsoïde. Leur grand axe est en moyenne de 0^{mm},3 et le petit de 0^{mm},2.

Chacun d'eux est constitué par une série d'enveloppes ou *capsules*, très minces et concentriques, d'autant plus grandes, par conséquent, qu'elles sont plus superficielles. La plus profonde, ou capsule centrale,

5, un nerf à myéline dont se détache un tube nerveux pour se rendre dans le corpuscule. — 6, cylindraxe de ce tube nerveux, dont la myéline a disparu à l'entrée du corpuscule, et dont la gaine de Schwann en se divisant dans le trajet qu'elle parcourt pour se rendre dans la cavité centrale a donné naissance à toute la série des capsules concentriques. — 7, substance nerveuse granulée dans laquelle se perd le cylindraxe.

B. Corpuscule de Pacini sous-cutané de la peau des oiseaux, corpuscule qu'on trouve aussi sur le bec des palmipèdes. — 1, 1, capsules concentriques du corpuscule. — 2, sa cavité centrale occupée par un prolongement du cylindraxe. — 3, tube nerveux, pénétrant dans le corpuscule, et abandonnant sa myéline et sa gaine de Schwann. — 4, son cylindraxe.

C. Corpuscule de Pacini du bec d'un gallinacé (coq) vu au même grossissement que les précédents. — 1, 1, corpuscule, dont les capsules ne sont visibles qu'à sa périphérie et à son centre. — 2, sa cavité centrale. — 3, tube nerveux qui se rend dans le corpuscule. — 4, son cylindraxe.

circonscrit une très minime cavité longitudinale qui ne s'étend pas jusqu'aux extrémités du corpuscule, mais qui s'en rapproche plus ou moins. Toutes ces capsules se composent de deux couches, l'une externe, extrêmement mince et transparente, de nature amorphe; l'autre interne, de nature endothéliale. Les cellules qui forment cet endothélium sont planes. Mais leur aspect diffère selon qu'on les voit par leur face ou par leur bord. Vues par leur face, elles sont circulaires ou polygonales et se juxtaposent par leur contour. Vues par leur bord, elles représentent un noyau allongé; c'est sous ce dernier aspect qu'elles ont été figurées et qu'on les voit en effet pour la plupart. Cependant un examen attentif permet assez facilement de distinguer celles qui se montrent par leur face. Il est facile aussi de voir par leur face celles qui tapissent la cavité centrale.

Dans cette cavité centrale pénètre l'extrémité terminale d'un tube nerveux. On voit ce tube se détacher d'un filet nerveux, puis se contourner en s'appliquant à l'une des extrémités du corpuscule et cheminer dans sa cavité qu'il parcourt dans toute sa longueur en suivant une direction rectiligne. A son entrée, il est encore entouré de ses deux gaines. Mais à peine a-t-il pénétré dans son épaisseur que sa gaine médullaire disparaît. Sa gaine de Schwann se détache en se divisant en un grand nombre de lamelles divergentes qui forment autant d'enveloppes ou capsules, lesquelles se rapprochent et se continuent à l'extrémité opposée.

Le cylindraxe s'isole à mesure que les capsules s'en détachent; et, après un court trajet, il entre dans la cavité centrale dont il occupe le centre ou l'axe. Parvenu à l'extrémité terminale de celle-ci, il se diviserait, selon quelques anatomistes, en deux ou trois filaments qui se perdent en se contournant dans une petite masse granuleuse. Mais le plus habituellement il plonge et disparaît dans cette masse nerveuse sans se ramifier.

Telle est la constitution des corpuscules de Pacini chez l'homme. Ils varient dans leur volume, mais ne varient ni dans leur forme ni dans leur structure, quelle que soit la région à laquelle ils appartiennent.

Chez les oiseaux, ils ont pour siège le tissu conjonctif sous-cutané dans lequel leur existence est constante. Mais ils sont moins nombreux que chez l'homme; ils sont surtout beaucoup plus petits et offrent, du reste, la même constitution. Nous verrons plus loin qu'on les rencontre aussi sur le bec des palmipèdes et même sur le bec des gallinacés. Ceux qu'on observe sur le bec des palmipèdes sont petits, ovoïdes et composés comme les corpuscules sous-cutanés d'un grand nombre de capsules superposées.

Ceux qui occupent le bec des gallinacés et particulièrement ceux

qui se montrent sur le bec du coq sont plus longs, presque cylindriques et arrondis à leurs extrémités. Ils diffèrent des précédents par leurs capsules beaucoup plus rares ; deux ou trois seulement se superposent pour former leur enveloppe.

§ 2. — DE L'ÉPIDERME.

L'épiderme ou *cuticule*, couche superficielle de la peau, est cette lame mince et transparente qui se moule comme un vernis sur les saillies de la surface externe du derme. Il nous offre à étudier son mode de conformation et sa structure.

A. — Mode de conformation de l'épiderme.

L'épiderme est moins épais que le derme. Mais son épaisseur varie suivant les régions.

C'est sur les régions palmaires et plantaires, particulièrement sur le talon, que la couche épidermique acquiert sa plus grande épaisseur. Cette couche semblerait donc s'accroître en raison directe du développement des papilles et des pressions auxquelles elle se trouve soumise. On remarque, en effet, que sur tous les points où les papilles sont peu développées, l'épiderme reste très mince. Il est mince aussi sur toutes les parties que protègent des poils abondants, comme le cuir chevelu ; ainsi s'explique sa minceur plus grande chez les mammifères et particulièrement chez les oiseaux.

D'une autre part, les points qui deviennent exceptionnellement le siège de pressions souvent répétées nous offrent un épiderme plus épais ; aussi voyons-nous presque toutes les professions industrielles laisser en quelque sorte leur empreinte sur l'enveloppe tégumentaire. Telles sont les plaques épidermiques que nous observons, chez le tailleur sur la malléole externe, chez les religieux sur la tubérosité du tibia, chez le cordonnier sur la partie antéro-inférieure de la cuisse, etc. Sur chacun de ces points le derme se recouvre d'une plaque épidermoïde, qui reste comme une trace indélébile, alors même que la cause qui l'avait produite a depuis longtemps cessé d'agir. Ces empreintes peuvent être utilisées pour constater l'identité d'un individu ; elles méritent à cet égard toute l'attention du médecin légiste.

Tant que ces produits épidermoïdes conservent une forme membraneuse, ils restent sans inconvénient. Mais le plus souvent ceux qui se forment sur le pourtour des orteils affectent la configuration d'un cône, dont le sommet se dirige vers le derme ; ils prennent alors les

noms de *cors*, *durillons*, etc., et deviennent la cause de douleurs plus ou moins vives, en sorte qu'ils rentrent dans le domaine de la pathologie. Il est digne de remarque que toutes ces plaques, dues à des causes mécaniques, si épaisses qu'elles soient, ne rappellent jamais la structure de l'épiderme des mains et des pieds. Les conduits excréteurs des glandes sudorifères ne prennent pas, en les traversant, la direction spiroïde qui leur est propre sur ces deux régions, et qu'ils ne prennent du reste sur aucune autre partie de la surface du corps.

La surface externe de l'épiderme nous est connue. Nous avons vu : 1° qu'elle présente des plis et des sillons de divers ordres; 2° des orifices dont les uns donnent passage aux poils et à la matière sébacée, et les autres à la sueur.

La surface interne, extrêmement inégale et irrégulière, adhère aux papilles dont elle prend l'empreinte. Elle fournit un prolongement à chaque follicule pileux, à chaque glande sudorifère.

B. — Structure de l'épiderme.

L'épiderme est formé d'une couche profonde ou *couche muqueuse*, *corps muqueux* de Malpighi, et d'une couche superficielle ou *couche cornée*.

Entre l'épiderme et le derme, les unissant très solidement l'un à l'autre, se trouve une couche hyaline, dense, résistante, extrêmement mince, dans l'épaisseur de laquelle il n'existe aucun élément figuré; c'est la *couche amorphe* ou *membrane basale* de la peau. Cette troisième couche a été considérée par quelques auteurs comme une dépendance ou un produit du derme. Mais elle doit être rattachée à l'épiderme dont elle représente une annexe, analogue à celle qu'on trouve au-dessous de la couche épithéliale des glandes. Comme celle-ci et beaucoup d'autres, elle dérive des cellules qui la recouvrent; c'est à ces cellules qu'elle est redevable de son existence; elle en est un simple produit d'exsudation, ainsi que nous l'avons montré ailleurs; elle a pour destination de relier fortement ces cellules entre elles, en les unissant solidement aussi à la surface du derme.

Pour étudier les deux couches de l'épiderme, il faut les séparer; et pour les séparer il n'est qu'un seul procédé qui conduise à ce résultat et qui donne pleine satisfaction à l'observateur désireux de constater avec précision où finit l'une et où commence l'autre. Il consiste à immerger des lambeaux de peau, pris sur les régions palmaires ou plantaires, dans une solution d'acide acétique au 100°. Du sixième au dixième jour l'épiderme se détache; et du quinzième au trentième les deux couches qui

le composent se laissent séparer sur toute leur étendue, avec facilité et netteté; chacune d'elles en s'isolant conserve ses attributs. En détachant de l'une et de l'autre de minces coupes, on peut voir les caractères qui leur sont propres et ceux qui les distinguent.

L'épaisseur absolue et relative de ces deux couches varie beaucoup suivant les régions. Sur les parties dont l'épiderme est mince, la couche muqueuse est la plus épaisse; sur celles dont l'épiderme est épais, cette couche devient la plus mince.

La surface par laquelle les deux couches se superposent est plane; mais celle par laquelle la couche muqueuse s'applique à la couche amorphe et au derme est au contraire très inégale, hérissée de parties saillantes et rentrantes, bien différentes de couleur et d'aspect. Les parties saillantes offrent une couleur sombre; elles répondent aux espaces inter-papillaires. Les parties rentrantes sont claires; leur couleur se dégrade en passant des unes aux autres, et, grâce à cette distribution des ombres et des lumières, on peut observer dans ses moindres détails toute la face profonde de l'épiderme, c'est-à-dire l'empreinte ou le moule des papilles.

Lorsqu'on soumet l'épiderme à l'action de l'eau bouillante, la couche cornée se détache en entraînant avec elle les parties les plus minces de la couche muqueuse, qui répondent au sommet des papilles, en sorte

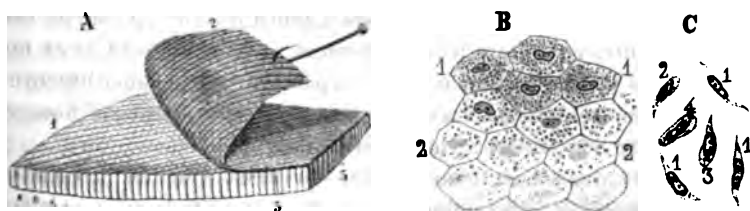


FIG. 188. — Les deux couches de l'épiderme. Cellules qui établissent la transition de l'une à l'autre.

A. Épiderme de la paume des mains dont les deux couches, après une immersion de douze à quinze jours dans l'acide acétique au 100°, se laissent décoller. — 1, 1, couche profonde ou muqueuse qui est restée mince et qui offre une teinte brune due aux chromoleucytes de son protoplasme. — 2, 2, couche superficielle ou cornée qui a triplé d'épaisseur et qui a pris une teinte d'un blanc opaque.

B. Cellules de transition. — 1, 1, cellules les plus superficielles de la couche muqueuse, caractérisées par la présence d'un noyau en voie d'atrophie. — 2, 2, cellules qui se sont détachées de la couche cornée, au moment du décoller des deux couches. Elles sont caractérisées par l'absence d'un noyau; on peut cependant en distinguer encore dans quelques-unes un dernier et bien pâle vestige.

C. Cellules de la couche muqueuse en voie d'évolution. — 1, 1, 1, cellules allongées et fusiformes résultant de la bipartition des cellules cylindriques. — 2, 3, cellules discoïdales dont la base correspond à la plaque équatoriale de la cellule mère. — 4, cellule ellipsoïde ou cylindrique qui vient de prendre sa forme définitive.

que cette couche se présente sous l'aspect d'un crible si les orifices sont petits, et sous celui d'un réseau s'ils sont plus ou moins larges; de là le nom de *corps réticulaire*, *corpus reticulare* que lui avait donné Malpighi, et ceux de *réseau muqueux*, *réseau de Malpighi* adoptés par ses successeurs.

Soumises à la macération dans l'eau froide, les deux couches se séparent plus lentement, mais plus complètement, et l'on peut alors reconnaître avec Albinus qu'elles sont l'une et l'autre continues.

Sous l'influence de l'immersion dans l'eau faiblement acidulée, acide acétique au 100°, les deux couches subissent des modifications qui suffiraient pour nous montrer combien elles diffèrent l'une de l'autre. La couche cornée qui était transparente devient opaque et d'un blanc laiteux. La couche muqueuse prend une coloration brune plus ou moins foncée. La première s'épaissit considérablement, acquiert une fragilité cassante, puis se ramollit, se dissout et finit par tomber en poussière au fond du vase. La seconde conserve son épaisseur et sa flexibilité; mais elle devient plus molle, d'où les noms de *corps muqueux*, de *couche muqueuse* que lui ont donné la plupart des anatomistes du dix-septième siècle. Lorsqu'on la détache, elle s'enroule sur sa face profonde, et, si après l'avoir redressée on l'abandonne, elle s'enroule de nouveau; elle est donc élastique, propriété qui fait défaut à la précédente.

Abandonnées à la putréfaction, elles se comportent aussi d'une manière bien différente. La couche cornée reste d'abord intacte. La couche muqueuse au contraire s'altère très rapidement; elle se ramollit de sa face profonde vers sa face superficielle; c'est par suite de ce ramollissement que l'épiderme se détache. La couche muqueuse dans ces conditions est donc impropre aux études histologiques.

Considérées dans leur constitution, ces deux couches présentent d'autres différences, plus importantes. Nous les étudierons successivement. La couche muqueuse nous occupera d'abord.

a. — Structure de la couche muqueuse.

La couche muqueuse, *couche profonde*, *réseau muqueux* de Malpighi, se compose de cellules différemment conformées et disposées sur plusieurs plans, d'autant plus nombreux qu'elle est plus épaisse. Dans chaque plan les cellules sont juxtaposées.

Les cellules profondes sont allongées et cylindriques ou plutôt prismatiques; réagissant les unes sur les autres, elles se correspondent par des facettes. Celles qui reposent immédiatement sur la couche amorphe et sur les papilles sont perpendiculaires à celles-ci, et par conséquent différemment inclinées selon qu'elles répondent à leur base, à leur

parties latérales ou à leur sommet. Celles qui sont situées au-dessus des précédentes offrent la même forme, mais sont un peu moins longues. A mesure qu'elles s'élèvent, leur longueur ou hauteur diminuant progressivement, elles deviennent de plus en plus larges et passent ainsi de la forme prismatique à la forme polygonale ; les plus superficielles sont planes et s'unissent par leur bord.

Chacune de ces cellules est formée de trois éléments : un noyau, un corps protoplasmique, des leucytes et des chromoleucytes.

Le noyau des cellules inférieures est allongé, ovoïde et vertical ou plutôt perpendiculaire à la surface de la papille sous-jacente. Celui des couches moyennes est arrondi et plus petit ; celui des couches supérieures aplati et plus petit encore. Il se modifie donc très sensiblement en passant des couches inférieures aux plus superficielles. Ces modifications, à peine entrevues par les histologistes, méritent cependant d'être mentionnées. A l'aide des procédés qu'ils emploient, il n'est pas possible de les observer. Mais celui que j'ai indiqué les montre extrêmement bien et permet de suivre pas à pas toutes les variétés qui se produisent dans la structure de la couche muqueuse à mesure qu'elles s'éloignent de la couche amorphe. La conclusion qui découle de ces modifications nous laisse pressentir que le noyau devenant de plus en plus petit en passant des cellules inférieures aux supérieures est appelé à disparaître. Nous verrons qu'il disparaît en effet à l'union de la couche muqueuse avec la couche cornée et qu'une différence radicale s'établit ainsi entre ces deux couches.

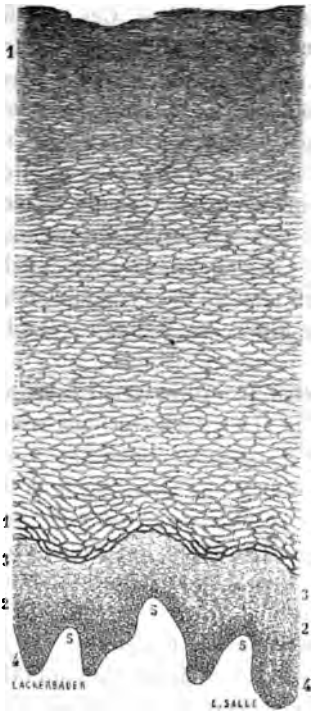
Le protoplasme est caractérisé par ses attributs ordinaires. Le noyau situé à son centre tient d'abord une grande place dans son épaisseur. Mais une disposition inverse se montre à mesure qu'on se rapproche de la couche cornée. Le noyau diminuant progressivement de volume et le protoplasme devenant de plus en plus large en s'étalant, celui-ci constitue essentiellement la cellule. Le noyau ne prend plus alors qu'une minime part à sa composition. Il se détache très nettement par sa teinte plus sombre et son aspect granulé.

Le fait général qui se dégage de l'étude de la couche muqueuse, suivie avec attention dans les modifications successives et graduelles qu'elle nous offre en procédant des cellules inférieures aux plus élevées, est donc celui-ci : elle s'atrophie progressivement de bas en haut ; puis, arrivée au-dessous de la couche cornée, au terme ultime de cette atrophie, elle est caractérisée par la disparition des derniers rudiments de son noyau. Alors aussi son protoplasme profondément remanié ne possède plus qu'une vitalité obscure, et les chromoleucytes dont je vais parler ont perdu leur matière colorante.

Pour l'auteur qui n'a pas suivi pas à pas cette dégradation lente et progressive et qui compare les couches inférieures du réseau de Malpighi

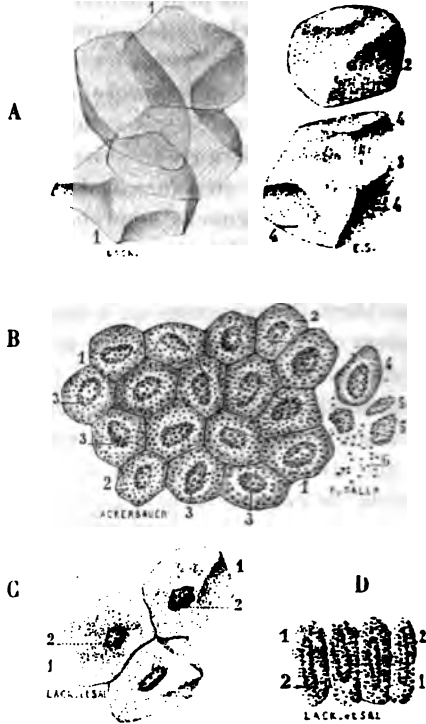
aux couches moyennes et supérieures, la différence est grande, et il se trouve conduit à voir dans cette couche trois couches secondaires : l'une, inférieure, composée d'un seul plan de cellules longues et prismatiques, *couche basilaire* ; la seconde, composée d'un grand nombre de cellules polyédriques, disposées sur autant de plans différents, c'est la couche moyenne ou le réseau de Malpighi proprement dit ; la troisième, composée de deux ou trois plans seulement de cellules plates et atrophiées, c'est la *couche granuleuse*, *stratum granulosum* de Unna. Pour quelques histologistes, au-dessus de cette troisième couche mince et granuleuse, il en existerait une quatrième dont les noyaux seraient plus atrophiés

FIG. 189.



Coupe verticale de l'épiderme de la paume de la main.

FIG. 190.



Cellules de la couche cornée et de la couche muqueuse.

FIG. 189. — 1, 1, couche cornée très épaisse, composée de cellules superposées en grand nombre et dépourvues de noyaux. — 2, 2, couche muqueuse formée de cellules qui toutes présentent un noyau. — 3, 3, partie supérieure de cette couche, séparée de la précédente par une ligne ondulée. — 4, 4, saillies répondant aux espaces inter-papillaires. — 5, 5, 5, parties rentrantes répondant aux papilles.

FIG. 190. — A. Cellules de la couche cornée. — 1, groupe de cellules lamelliformes encore adhérentes les unes aux autres par une partie de leur surface. — 2, une

encore et si atrophiés qu'il ne serait plus possible de les colorer; elle est blanche, d'où le nom de *stratum lucidum* que lui donnent Ehl et Schrön.

A peine est-il nécessaire de faire remarquer que ces distinctions ont le tort commun de séparer des éléments qui sont tous constitués sur le même type et qui ne diffèrent en passant de l'un à l'autre que par des nuances; à peine est-il utile d'ajouter que le *stratum granulosum* et le *stratum lucidum* sont l'expression d'une seule et même modification; ces deux termes s'appliquent à la partie la plus claire de la couche muqueuse, à celle qui est caractérisée par l'atrophie du protoplasme et surtout par l'atrophie du noyau. Si les cellules du *stratum granulosum* se laissent encore colorer, c'est que leur noyau est un peu moins atrophié; si celles du *stratum lucidum* restent incolores, c'est que leur noyau est tellement dégénéré qu'il n'est plus accessible à l'action des principes colorants. N'attachons donc pas trop d'importance à l'emploi de ces réactifs colorants dont l'usage n'est pas sans inconvénient et dont on abuse aujourd'hui; à l'aide des réactifs dilués et plus inoffensifs on arrive à des notions souvent plus nettes et à des conclusions plus exactes.

L'épiderme, en réalité, ne comprend donc que deux couches bien distinctes :

1° Une couche profonde, douée d'une remarquable vitalité, et composée d'un grand nombre de plans secondaires se modifiant et se dégradant de bas en haut: c'est la *couche nucléée*;

2° Une couche superficielle, ne possédant plus qu'une vitalité obscure, douée de propriétés très différentes, et dépourvue des attributs essentiels de la cellule: c'est la *couche cornée*.

Les cellules du corps muqueux ne possèdent pas de membrane, et ne sont pas unies entre elles, par conséquent, à l'aide d'un ciment. C'est donc par le contour de leur protoplasme qu'elles se correspondent. Schrön, le premier, a signalé, sur leur périphérie, des saillies en forme d'épines, à l'aide desquelles elles s'engrèneraient, selon cet anatomiste. Telle est aussi l'opinion de Schultze. Bizzorero pense, au contraire, que

cellule isolée. — 3, une autre cellule isolée aussi sur laquelle on remarque l'empreinte des cellules auxquelles elle était unie. — 4, 4, 4, trois de ces empreintes.

B. Cellules de la couche muqueuse occupant la partie moyenne de son épaisseur. — 1, 1, groupe de cellules unies entre elles par les dentelures de leur contour. — 2, 2, leur protoplasme contenant un grand nombre de chromoleucytes. — 3, 3, leur noyau d'aspect granuleux. — 4, une cellule détachée du groupe principal. — 5, trois noyaux en partie recouverts de chromoleucytes. — 6, ces chromoleucytes isolés et flottants.

C. Cellules superficielles de la couche muqueuse. — 1, 1, corps de ces cellules. — 2, 2, leur noyau très petit, aplati et atrophié.

D. Cellules profondes de la couche muqueuse. — 1, 1, leur protoplasme riche en chromoleucytes. — 2, 2, leur noyau allongé comme la cellule dont il fait partie.

ces saillies du protoplasme se soudent par leurs extrémités, en sorte qu'elles se continueraient et ne s'engrèneraient pas. Cette opinion est la mieux fondée. Car nous verrons plus loin, en étudiant la peau des vertébrés, que les cellules de la couche muqueuse, chez un grand nombre de ces animaux, présentent des prolongements, souvent assez longs et souvent aussi ramifiés; or, lorsque ces prolongements se rencontrent, on ne les voit jamais s'engrener, mais toujours se continuer en se soudant par leurs extrémités : telle est la loi générale, à laquelle je ne connais aucune exception.

Si le fait est ici plus difficile à constater, il faut en accuser seulement l'extrême brièveté des prolongements protoplasmiques, ou, en d'autres termes, le rapprochement des cellules qui sont presque contiguës. Lorsqu'elles s'écartent davantage, les prolongements s'allongent et deviennent plus apparents; lorsqu'elles s'écartent plus encore, ils s'allongent et se ramifient. Mais dans tous les cas c'est toujours par leur extrémité terminale qu'ils s'unissent.

Ajoutons, pour terminer l'étude de la couche muqueuse, qu'elle prend naissance par des cellules plus petites, très longues et fusiformes, situées au-dessous de cette couche, immédiatement au-dessus de la couche amorphe. Ces cellules embryonnaires se voient très bien chez l'enfant à la naissance. Pour en prendre connaissance, il faut plonger un ou plusieurs doigts dans l'acide acétique au 100°. Après une durée variant d'une à deux ou trois semaines, l'épiderme se détache; mais les cellules embryonnaires restent adhérentes à la peau. En prenant sur le derme une mince couche horizontale, et en l'examinant à un grossissement de 300 ou 400 diamètres, on voit flotter sur les bords de la préparation les cellules embryonnaires de la couche muqueuse. En frappant avec le manche de l'aiguille sur la lamelle qui les recouvre, on les décolle en plus grand nombre. Parmi ces cellules embryonnaires, les plus jeunes sont très longues, terminées en pointes à leurs extrémités, et pourvues d'un noyau à leur centre. D'autres, plus avancées dans leur évolution, sont déjà arrondies à une de leurs extrémités, et d'autres, plus avancées encore, sont arrondies à leurs deux extrémités.

Les cellules de la couche muqueuse ne diffèrent pas seulement selon la place qu'elles occupent dans son épaisseur. Elles diffèrent aussi selon les races et les individus, selon la partie du corps que l'on considère et suivant que cette partie est habituellement recouverte ou exposée à l'action solaire. Elles diffèrent aussi avec l'âge.

1° Différences relatives aux races. — Les cellules du corps muqueux contiennent des leucytes et des chromoleucytes. Jusqu'à présent ces granulations ont été considérées comme ayant pour siège exclusif l'épiderme du nègre. Son absence dans la race caucasique, sa présence

dans la race éthiopienne étaient un des caractères qu'on invoquait avec le plus d'autorité pour la distinction des deux races. Mais l'observation ne laisse plus à ce caractère distinctif la moindre valeur.

J'ai démontré depuis plus de trente ans que les leucytes et chromoleucytes existent dans toutes les races, chez tous les animaux, chez tous les individus, dans tous les âges. Aujourd'hui cette opinion commence enfin à rencontrer quelques adhérents. Deux jeunes anatomistes, MM. Testut et Debierre, l'adoptent et la proclament hautement, je les félicite de rendre ainsi hommage à une vérité si longtemps méconnue; et je les féliciterais plus encore s'ils n'avaient passé sous silence le nom de l'auteur qui, après une si longue lutte, a pu réaliser enfin ce tardif progrès. Si je rappelle mes longs efforts, c'est afin de n'être pas accusé de leur emprunter ce qui m'appartient; mais il leur reste le mérite de contribuer, selon leurs forces, à propager la bonne doctrine: c'est là le fait important.

Les leucytes et chromoleucytes existent, en effet, dans la race blanche comme dans la race nègre; on les retrouve avec les mêmes attributs dans l'une et dans l'autre, et dans toutes les races sans exception. En passant des plus colorées aux plus blanches, les granulations pigmentaires se modifient par degrés insensibles. Pour exposer ces modifications, il nous suffira de les étudier comparativement dans les deux races où elles atteignent la limite extrême de leur moindre et de leur plus grand développement.

Race éthiopienne. — Les cellules du corps muqueux dans la race noire conservent la forme, les dimensions, la disposition qu'elles nous offrent dans toutes les autres. Il en est de même de leur noyau et de leur protoplasme. Les leucytes et chromoleucytes seuls diffèrent.

Les leucytes ou granulations incolores sont rares; mais on en rencontre toujours un certain nombre qui se trouvent comme voilés par les leucytes colorés ou chromoleucytes. Ceux-ci, remarquables par leur grande abondance, diffèrent, du reste, beaucoup par leurs couleurs. Il en est de teinte pâle, d'autres d'une teinte plus accusée et plus ou moins foncée; quelques-uns qui sont presque noirs, de telle sorte que dans une même cellule on peut voir toutes les nuances qui se montrent à la surface du corps, et toutes celles qu'on observe dans les différentes races depuis la plus blanche jusqu'à la plus noire. Mais les chromoleucytes affectent cependant une certaine disposition générale, assez régulière. Les plus colorés se groupent autour du noyau, tandis que les plus clairs occupent surtout la périphérie; en passant des uns aux autres on voit leur couleur se dégrader, bien que sur certains points ils se mêlent confusément.

Les chromoleucytes diminuent de nombre et de volume à mesure

qu'on remonte des couches profondes vers les couches superficielles. Le *stratum granulosum*, dont les cellules contiennent des granulations pigmentaires, fait donc partie de la couche muqueuse. Les cellules du *stratum lucidum*, qui n'en présentent aucune trace, appartiennent à la couche cornée qui en est absolument dépourvue.

Sur les coupes on remarque que les cellules répondant aux espaces inter-papillaires sont plus colorées, et celles situées sur le sommet des papilles beaucoup plus claires. Sur les premières le noyau s'entour d'une couche si épaisse de granulations sombres qu'il devient invisible: sur les secondes il est en général très apparent. Entre les premières et les secondes se trouvent aussi toute une série de cellules dans lesquelles le pigment augmente ou diminue de quantité, selon qu'on se rapproche des parties rentrantes ou des parties saillantes.

Vus à un grossissement de 400 diamètres, les chromoleucytes, dans la race nègre, sont sphériques, de volume inégal, clairs à leur centre, noirs à leur périphérie. Ils se composent comme les simples leucytes d'une substance propre; à celle-ci s'ajoute dans les chromoleucytes un principe colorant dont la couleur varie.

Race blanche. — Nous avons vu que dans la race éthiopienne les granulations pigmentaires, ou chromoleucytes, les plus volumineuses se groupent autour du noyau. D'autres se trouvent disséminées dans l'espace compris entre le noyau et la surface de la cellule, et sont moins apparentes. Ce qui frappe tout d'abord l'observateur qui les compare dans les deux races, c'est leur abondance et leur volume plus considérable dans l'une, leur rareté relative dans l'autre. Mais, par une étude plus attentive, on arrive bientôt à reconnaître qu'elles sont également nombreuses dans les deux races. Elles ne diffèrent en réalité que par leur volume, et aussi par leur couleur.

Chez le nègre, elles sont grosses pour la plupart, et très régulièrement sphériques. Chez l'homme de couleur blanche, elles sont très minimes et de même forme, mais d'une teinte plus claire. L'action suffisamment prolongée de l'acide acétique au 100° leur donne une couleur plus sombre et semble aussi en accroître le volume; car il les rend beaucoup plus apparentes: elles étaient comme flétries, comme atrophiées: ce liquide en les pénétrant les dilate, les ramène à la forme sphéroïdale, et les rend ainsi très accessibles à la vue. Si on les compare à celles du nègre, on reste frappé de la parfaite analogie qu'elles présentent dans les deux races.

Pour comparer les chromoleucytes chez le nègre et chez le blanc, on prendra de préférence chez le premier les parties les moins colorées, et sur le second les parties correspondantes; puis on placera sur le porte-objet du microscope un lambeau de la couche muqueuse de l'un

et de l'autre. En les examinant ensuite alternativement, on pourra remarquer combien ils diffèrent peu, ou plutôt on sera frappé de leur similitude. Je possède des préparations de ce genre très démonstratives. D'un côté de la plaque de verre se trouve une parcelle de corps muqueux pris sur une main de nègre, de l'autre une parcelle de corps muqueux pris sur une main très blanche. Je les ai présentées à plusieurs histologistes en leur faisant connaître l'origine des deux préparations, et en les priant de m'indiquer celle qui provenait de la main blanche et réciproquement. Ils hésitaient et ne se prononçaient pas. La ressemblance est telle en effet que moi-même, après de longues études, j'hésitais aussi, et j'ai dû recourir à une étiquette pour éviter l'erreur.

Si l'on prend pour terme de comparaison une partie très noire de la peau, comme le scrotum par exemple, l'erreur n'est plus possible ; mais ici encore le parallèle n'est pas sans intérêt. Sur le scrotum le moins coloré, on trouve dans les espaces inter-papillaires des cellules offrant plusieurs couches de granulations pigmentaires autour de leur noyau. Sur des scrotums un peu plus colorés, ces cellules forment des traînées qui se continuent ; sur des scrotums d'une teinte foncée, ces traînées s'étendent de plus en plus, et toute la couche muqueuse prend alors l'aspect et les caractères qu'on observe chez le nègre.

En passant de la race éthiopienne à la race blanche, on rencontre des races qui établissent la transition de l'une à l'autre. Dans ces races intermédiaires, les chromoleucytes augmentent ou diminuent de volume selon qu'on se rapproche de la race nègre ou de la race caucasique.

Dans toutes les races les granulations pigmentaires sont donc constituées d'après le même type. Dans toutes elles sont également nombreuses. Seulement, à mesure qu'on descend de la race noire vers la race blanche, elles s'atrophient, au point de se réduire à l'état de simples molécules, et semblent ainsi disparaître.

2° Différences relatives aux individus et aux diverses parties du corps. — Les cellules du corps muqueux diffèrent selon les individus, selon la partie que l'on considère, et suivant que cette partie est recouverte ou exposée à l'action de la lumière.

Si l'on classait tous les individus d'une même race, d'après la couleur de la peau, on les verrait former une longue série ou celle-ci se dégraderait par nuances insensibles depuis celui chez lequel elle est la plus foncée, jusqu'à celui chez lequel elle revêt la teinte la plus pâle. Il est à peine nécessaire de faire remarquer que toutes ces différences s'expliquent par l'inégale importance des chromoleucytes.

Ce qui est vrai pour les individus ne l'est pas moins pour les diverses parties du corps. En partant de la peau des organes génitaux externes, plus colorée que celle de toutes les autres régions, nous trouverions

ici également une série des teintes descendantes, en rapport avec le volume décroissant des granulations pigmentaires.

A côté de ces différences fixes ou permanentes, s'en placent d'autres qui sont temporaires, et qui reconnaissent pour cause l'action prolongée de la lumière. Toutes les parties découvertes du corps subissent cette influence; elles prennent progressivement une couleur plus foncée, tandis que les autres conservent leur couleur habituelle. Les rayons solaires auraient-ils pour effet de faire naître de nouveaux chromoleucytes? Non; ils déterminent simplement l'hypertrophie de ceux qui existent. En comparant la peau de la face d'un individu où elle a pris sous l'action solaire une teinte cuivrée, avec celle d'un autre chez lequel elle est restée blanche, j'ai été surpris du développement qu'avaient acquis les granulations du pigment chez le premier.

Quelquefois les téguments de la face et des mains ne se colorent que sur certains points. Ils offrent des taches circulaires, dites *taches de*

FIG. 191.

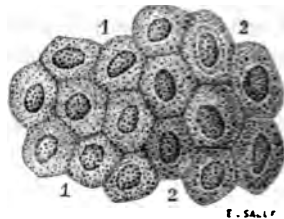
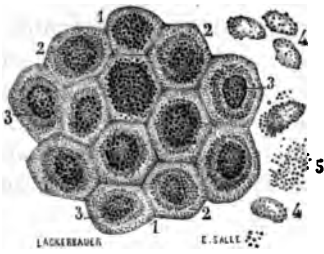
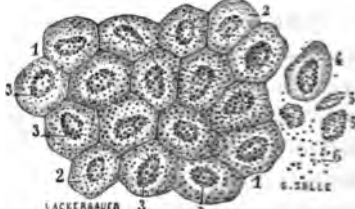
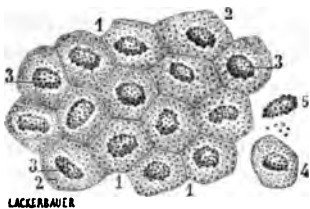
A. *Scrotum du nègre.*B. *Scrotum du blanc.*

FIG. 192.

A. *Main du nègre.*B. *Main du blanc.*

Parallèle des cellules pigmentaires du nègre et du blanc.

FIG. 191. — A. 1, 1, *cellules pigmentaires du scrotum du nègre.* — 2, 2, 2, leur partie périphérique, représentée par un anneau plus clair, au niveau duquel les granulations pigmentaires sont plus petites et moins abondantes. — 3, 3, 3, leur partie centrale, constituée par un noyau entièrement recouvert de chromoleucytes; celles-ci, superposées en couches épaisses, laissent cependant entrevoir le contour du noyau dans certaines cellules qui semblent alors formées de trois parties concentriques: le noyau,

rousseur. La couleur marbrée que prend l'aréole du sein, chez la femme, pendant la grossesse, est un phénomène du même ordre.

Que l'on considère la couche muqueuse ou pigmentaire de l'épiderme dans les différentes races, chez les divers individus, sur telle ou telle partie du corps, elle se présente donc à nous avec des caractères toujours identiques. Des trois éléments qui entrent dans sa structure, il en est deux pour lesquels cette identité est parfaite ; le troisième ou l'élément coloré est le seul qui varie.

Pour imprimer à la surface des corps organisés des modifications presque infinies d'aspect, la nature a suivi le procédé qui lui est familier ; après avoir créé l'unité, elle a obtenu la variété en modifiant les proportions de ce dernier élément, c'est-à-dire en l'instituant dans des conditions telles qu'il peut arriver à une complète évolution, ou s'arrêter au début de celle-ci ou à l'une des milles phases intermédiaires.

Si ces modifications, dues à une simple inégalité de développement, sont très manifestes chez l'homme, elles le sont bien plus encore dans la série animale. Plus loin nous verrons que les poils et les ongles et les plumes forment une dépendance de la couche muqueuse ; or, le système pileux et le système corné offrant chez la plupart des vertébrés une plus grande importance, ces différences de coloration sont aussi beaucoup plus prononcées dans le règne animal.

b. — Structure de la couche cornée.

La couche cornée de l'épiderme est stratifiée. Sur les points où elle se réduit à sa plus grande minceur, elle comprend encore plusieurs plans de cellules superposés ; sur ceux où elle devient plus épaisse, elle en comprend un très grand nombre. Tous ces plans se disposent parallèlement. Sur les régions palmaires et plantaires les crêtes du

la couche des granulations et la zone claire périphérique. Lorsque les granulations sont plus multipliées, le noyau disparaît complètement ; et, si elles le sont plus encore, la zone claire disparaît à son tour.

B. *Cellules pigmentaires du scrotum du blanc*. — 1, 1, groupe de cellules répondant au sommet des papilles ; elles contiennent des granulations pigmentaires peu développées, d'où leur teinte claire. — 2, 2, groupe de cellules répondant aux espaces inter-papillaires ; elles contiennent des chromolucytes plus volumineux et plus colorés, d'où leur teinte plus foncée.

FIG. 192. — A. *Cellules de la face dorsale de la main du nègre*. — 1, 1, leur protoplasme. — 2, 2, chromolucytes disséminés dans son épaisseur. — 3, 3, leur noyau. — 4, une cellule isolée. — 5, son noyau.

B. *Cellule de la face dorsale de la main du blanc*. — 1, 1, leur protoplasme. — 2, 2, chromolucytes disséminés dans son épaisseur. — 3, 3, leur noyau. — 4, une cellule isolée. — 5, trois noyaux recouverts de chromolucytes. — 6, chromolucytes isolés.

derme leur impriment une direction onduleuse qui tend à disparaître en passant des plans inférieurs aux supérieurs.

Chaque plan se compose de cellules qu'unit un ciment exsudé de leur périphérie. Mais elles sont dépourvues de prolongements et de tout vestige de noyau. On ne trouve plus dans leur épaisseur de chromoleucytes, mais seulement quelques leucytes incolores difficiles à distinguer. Leur protoplasme s'atrophie ; leur cavité tend à disparaître et ne tarde pas à disparaître entièrement. Ainsi constituées, les cellules de la couche cornée perdent leur vitalité ; elles finissent par se transformer en autant de pellicules, de forme et d'aspect écailleux. Les plus superficielles cessent même d'adhérer entre elles, puis se détachent de la surface cutanée dont elles ne représentent plus que des parties mortes.

Suivant l'opinion presque unanime des auteurs, la transition de la couche muqueuse à la couche cornée serait graduelle. Les cellules les plus inférieures de la couche cornée renfermeraient encore un noyau atrophié. Le *stratum lucidum*, dans lequel ce noyau se montrerait à l'état de rudiment, établirait le passage de l'une à l'autre couche. Mais ce simple rudiment n'existe pas. Le *stratum lucidum* se compose de cellules privées de noyaux et privées aussi de chromoleucytes.

La couche muqueuse se termine donc au *stratum granulosum* qui en marque les limites. Les cellules qui le composent sont aplaties et lamelliformes. Leur noyau est très petit, aplati aussi ; il a perdu sa forme arrondie pour prendre un contour irrégulier. Il se montre là sous sa forme ultime ; encore une modification et il va disparaître. Tous ces détails qui annoncent sa mort prochaine se voient bien sur les préparations faites avec l'acide acétique au 100°, lorsqu'on détache la couche cornée par voie de simple décollement. Sur la couche inférieure de celle-ci on ne rencontre plus que des cellules sans noyau ; sur la couche supérieure du réseau de Malpighi on aperçoit au contraire très nettement ce noyau ratatiné et atrophié. Sur les coupes la plupart de ces détails se montrent mal, d'où les nombreuses dissidences sur la limite précise des deux couches de l'épiderme. La méthode des réactifs dilués est ici infiniment préférable, lorsqu'on l'emploie avec les soins qu'elle réclame. J'ai répété souvent ces observations et toujours avec le même résultat.

Ces deux couches diffèrent donc essentiellement au point de vue anatomique ; nous verrons un peu plus loin qu'elles ne diffèrent pas moins au point de vue physiologique.

Comment se comportent la couche muqueuse et la couche cornée au niveau des orifices du corps ? En d'autres termes, comment se comporte l'épiderme au moment où il se continue avec les épithéliums ? Il résulte des études auxquelles je me suis livré :

1° Que la couche cornée s'arrête, chez l'homme et les animaux, sur la ligne qui établit les limites respectives des deux téguments ;

2° Que la couche muqueuse se prolonge en totalité ou en partie seulement, pour aller constituer les épithéliums.

Passons en revue ces divers orifices. Sur les paupières, la couche cornée ne s'étend pas au delà de leur bord libre; mais la couche muqueuse continue son trajet pour aller tapisser la surface de la conjonctive. Ces deux couches se comportent de même lorsqu'elles arrivent sur la couronne du gland et à l'orifice du vagin.

A l'entrée de la cavité buccale, la couche cornée s'arrête sur le bord antérieur des lèvres ; la couche muqueuse, poursuivant son trajet, les recouvre et se continue avec l'épithélium buccal, dont toutes les cellules superficielles et profondes possèdent aussi un noyau.

Sur le pourtour de l'orifice anal, c'est une modification semblable qu'on observe. La couche cornée disparaît. Les cellules superficielles de la couche muqueuse disparaissent également ; restent les cellules profondes ou prismatiques, perpendiculaires au derme, qui prennent des dimensions plus grandes et qui forment l'épithélium cylindrique du tube intestinal. Même modification à l'entrée des voies respiratoires, avec cette différence que l'épithélium cylindrique se couvre ici de cils vibratiles.

L'observation nous montre en définitive que l'épiderme, au niveau des orifices du corps, se dépouille de sa couche superficielle et que les épithéliums sont un simple prolongement de la couche muqueuse ; en d'autres termes, toute la partie de la cuticule qui oppose une barrière infranchissable au passage des liquides reste sur la surface du corps ; celle au contraire que les liquides traversent facilement se prolonge sur le tégument interne et s'irradie dans toutes ses dépendances.

C. — Développement de l'épiderme.

Les cellules de l'épiderme se développent par voie de dédoublement des cellules existantes. Mais toutes ne possèdent pas le privilège de se reproduire. Seules les cellules de la couche muqueuse qui sont pourvues d'un noyau peuvent se dédoubler et se multiplier. A la dernière couche qui vient de naître en succède une nouvelle, puis toute une série qui apparaissent successivement en les soulevant et en les repoussant vers la surface libre de la peau. Tel est le mode d'évolution de la couche nucléée.

Quant à la couche superficielle dont les cellules sont dépourvues de noyau, elle se développe par l'adjonction incessante des couches supérieures du réseau de Malpighi à ses couches inférieures. Impuissante

à se reproduire par elle-même, elle tire son origine de la couche sous-jacente ; elle en dérive par voie d'emprunt, héritant en quelque sorte des produits rejetés par la couche vivante de l'épiderme ; et, tandis que ces couches nouvelles et sans noyau, destinées à dépérir de plus en plus, s'ajoutent à sa face profonde, d'autres couches frappées de mort et occupant sa superficie se détachent, en sorte qu'elle conserve grâce à ce processus une épaisseur à peu près égale pendant toute la durée de la vie.

L'épiderme est donc le siège de deux phénomènes bien distincts : d'un phénomène de reproduction continue sur sa face adhérente, et d'un phénomène de destruction continue aussi sur sa face libre. Les cellules qui entrent dans sa composition subissent une migration, en vertu de laquelle les plus profondes deviennent tour à tour superficielles. En se déplaçant ainsi, elles se dépouillent de la plupart des éléments dont elles étaient formées à leur apparition.

Leur vitalité s'accuse par une série de transformations analogues à celles par lesquelles passe chacun de nos organes. Comme ceux-ci, elles naissent, croissent et décroissent ; comme eux, elles parcourent les trois périodes de la jeunesse, de la maturité et de la vieillesse ; comme eux, elles s'atrophient, au point de se réduire dans leur décrépitude à une simple poussière qui n'est plus pour l'organisme qu'un corps étranger et qui s'en détache.

Les chromoleucytes apparaissent dans la première période de leur développement. J'ai constaté leur existence sur un fœtus de sept mois.

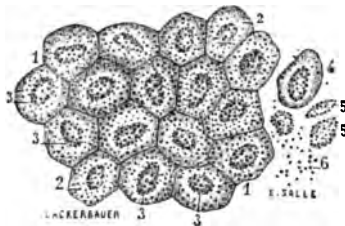


FIG. 193. — Cellules pigmentaires de l'homme adulte.



FIG. 194. — Ces mêmes cellules chez un fœtus de sept mois.

FIG. 193. — 1, 1, groupe de cellules prises sur la partie moyenne du corps mœqueux. — 2, 2, chromoleucytes disséminés dans leur protoplasme. — 3, 3, leur noyau recouvert de granulations pigmentaires. — 4, une cellule détachée du groupe principal. — 5, 5, noyaux sortis de leurs cellules et entourés de granulations semblables. — 6, ces mêmes granulations éparses.

FIG. 194. — 1, groupe de cellules pigmentaires. — 2, 2, noyaux de ces cellules entourés chacun de chromoleucytes. — 3, 3, 3, noyaux sortis de leurs cellules et encore recouverts de leurs granulations. — 4, ces granulations isolées et flottant dans le liquide de la préparation.

Chez tous les enfants, à la naissance, le pigment peut être très facilement observé; il est aussi manifeste que chez l'adulte. Dans la race blanche, il reste à l'état fœtal ou embryonnaire, pendant toute la durée de la vie, se développant seulement sur certains points. Dans la race noire, il est peu développé encore, mais il poursuit rapidement son évolution après la naissance.

L'épiderme a pour origine primordiale l'ectoderme. Le derme et toutes les parties qu'il contient se constituent aux dépens du mésoderme. Sur les trois feuilletts du blastoderme, il en est donc deux qui contribuent à la formation de l'enveloppe cutanée.

D. — Propriétés et usages de l'épiderme.

Les deux couches de l'épiderme ont pour commune destination de protéger le corps papillaire. Elles jouent à l'égard de la sensibilité tactile le rôle d'un organe modérateur, rôle important qui a pour but de lui conserver toute sa délicatesse.

Comparées dans leur structure, nous avons vu combien ces deux couches diffèrent. Comparées dans leurs propriétés, elles diffèrent plus encore; car, sous le premier point de vue, elles ont des traits communs; sous le second, elles n'en ont plus aucun; elles forment même un contraste complet.

La couche muqueuse est extrêmement perméable; elle se laisse très facilement traverser par les liquides, si facilement que, s'il n'existait pas au delà de ses limites une couche qui s'oppose à leur passage, ils s'échapperaient en totalité, de telle sorte que l'organisme serait rapidement réduit à ses éléments solides.

La couche cornée est imperméable. Elle est impénétrable à la fois aux liquides qui viennent du dedans et à ceux qui viennent du dehors. Les liquides que la première laisse passer, elle les arrête; ceux qui se trouvent en contact avec la surface du corps, elle les arrête aussi.

L'expérience suivante montre bien clairement ces propriétés différentes des deux couches. Je prends deux tubes de 1 centimètre de diamètre et de 10 centimètres de longueur. L'un de ces tubes est fermé à son extrémité inférieure avec un lambeau de couche muqueuse, pris sur la paume de la main, et préalablement desséché, afin de lui rendre toute sa consistance. L'autre tube est fermé de même à son extrémité inférieure avec un lambeau d'épiderme très mince dont les deux couches sont restées unies.

Ainsi disposés, les deux tubes sont remplis d'eau. Or celui qui est fermé avec la couche muqueuse se vide en quelques minutes, l'eau

s'écoulant par grosses gouttes, qui se succèdent à de courts intervalles; celui qui est fermé avec une couche muqueuse, doublée en dehors d'une mince couche cornée, reste plein. Après un laps de deux mois il était plein encore, et la couche cornée qui s'opposait à son passage était sèche, comme dans l'état normal.

Cette expérience est assurément bien probante; je l'ai répétée plusieurs fois et toujours avec le même résultat. Les deux couches de l'épiderme offrent donc des propriétés, non seulement différentes, mais opposées: l'une se comporte à la manière d'un crible, et l'autre à la manière d'une lame de verre.

Les divers plans de cellules qui forment la couche muqueuse ne sont pas doués d'une égale perméabilité. Cette propriété est d'autant plus grande pour chacun d'eux que les cellules dont ils se composent sont moins aplaties. Celui qui s'applique immédiatement à la surface du derme est donc le plus perméable; ceux qui sont plus élevés le deviennent de moins en moins.

Lorsqu'un vésicatoire est appliqué sur un point quelconque de la peau, le liquide séreux, collecté sous l'épiderme, traverse d'abord les cellules profondes de la couche muqueuse et s'épanche ensuite en quantité variable dans l'épaisseur de celle-ci, sans arriver jusqu'à la couche cornée, qui reste sèche comme dans l'état normal.

L'opposition qu'on remarque entre les deux couches de l'épiderme, au point de vue de la perméabilité, nous laisse pressentir l'usage attribué à chacune d'elles.

La couche muqueuse se prolonge dans toutes les glandes de la peau et dans tous les follicules pileux. Étant perméable, elle reçoit dans ses cellules le liquide qu'elles absorbent, et préside ensuite à l'élaboration de celui-ci, qui prend les caractères de la sueur et de la graisse.

La couche cornée, imperméable aux liquides du dedans comme à ceux du dehors, a pour attribution de s'opposer à l'évaporation des premiers et à l'absorption des seconds. Voyez ce qui se passe sur un cadavre lorsqu'on détache l'épiderme; quelques heures après la desquamation, les parties sous-jacentes sont desséchées, tandis que les parties voisines, protégées par l'épiderme, conservent leur état normal. Supposons pour un instant que la couche cornée a été enlevée sur le vivant dans une très grande étendue, les parties dénudées seraient menacées d'une dessiccation semblable, si la mort n'emportait rapidement le malade; c'est ce que nous avons trop souvent l'occasion d'observer à la suite des vastes brûlures.

L'enveloppe cutanée dans toute la série des vertébrés se compose, comme chez l'homme, de deux couches: le derme et l'épiderme. Mais combien elles se modifient l'une et l'autre! Tandis que dans l'espèce

humaine ces deux couches sont presque tout et leurs dépendances presque rien, nous verrons en descendant l'échelle animale la première se réduire sa plus simple expression, et la seconde prendre, au contraire, une importance extrême.

Nous étudierons successivement la peau des mammifères, et celle des oiseaux, puis celle des reptiles, des batraciens et des poissons.

CHAPITRE II

SYSTÈME CUTANÉ DES MAMMIFÈRES

La peau des mammifères ne diffère encore que très peu de celle de l'homme. Le derme conserve ses attributs caractéristiques; il contient aussi des fibres musculaires lisses. Les glandes sébacées sont constantes et très développées. Les glandes sudorifères se voient aussi en grand nombre au-dessous des follicules pileux, mais varient beaucoup selon les genres et les espèces. L'épiderme conserve ses deux couches; mais la couche muqueuse devient de plus en plus épaisse, et la couche cornée de plus en plus mince; cependant elle ne disparaît jamais, si ce n'est peut-être chez ceux qui vivent dans l'eau.

Toutes ces parties constituantes offrent, du reste, de très notables différences dans les diverses classes de mammifères. Il importe donc, pour en prendre une notion exacte, de considérer l'enveloppe cutanée dans les principales classes de ce grand embranchement. Nous l'examinerons d'abord chez les solipèdes, ensuite dans les ruminants, puis dans les carnassiers, les rongeurs et les pachydermes.

§ 1^{er}. — PEAU DES SOLIPÈDES.

Ne pouvant analyser cet organe dans tous les genres de solipèdes, nous l'étudierons spécialement chez le cheval et chez l'âne.

A. Peau du cheval. — Son épaisseur varie de 4 à 5 millimètres, et de 6 à 7 lorsqu'elle est doublée par les muscles peauciers, que l'on conserve dans les abattoirs et à laquelle tiennent les tanneurs et les mégissiers, en sorte que toutes nos chaussures sont riches en fibres musculaires striées que l'analyse histologique permet de retrouver; nous marchons sur des muscles.

Cette peau est dense, souple et d'une grande résistance. C'est le derme qui en forme presque toute l'épaisseur; l'épiderme n'en représente qu'une minime partie.

a. *Derme*. — D'une épaisseur de 4 millimètres, d'une couleur blanche, il est formé d'une prodigieuse quantité de faisceaux fibreux, d'inégal volume, suivant des directions différentes et s'entre-croisant dans tous les sens. Il contient peu de cellules adipeuses, en sorte qu'il se prête très bien à l'étude des parties contenues dans son épaisseur. Parmi celles-ci figurent de nombreuses cellules, des fibres élastiques, des glandes sudorifères, des glandes sébacées, des vaisseaux et des nerfs.

Les *faisceaux fibreux* sont très favorables à l'étude du tissu conjonctif, dont ils représentent le principal élément. Après une immersion de quelques jours dans une solution composée d'une partie d'acide chlorhydrique au 2000° et d'une partie d'acide acétique au 100°, on peut déjà entrevoir les granules qui leur donnent un aspect strié. Mais il est préférable d'immerger un lambeau de peau pendant dix à douze jours dans la liqueur de Muller, et de le soumettre ensuite à l'ébullition dans l'acide chlorhydrique au 10° additionné d'un dixième d'acide acétique pur. Après deux ou trois minutes d'ébullition dans ce réactif, toutes les stries transversales et longitudinales des faisceaux deviennent très apparentes; on distingue bien à un grossissement de 200 ou 300 diamètres les granules qui les forment en se disposant simultanément en séries dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. Le cheval pour cette étude est préférable au chien et à l'homme dont le derme contient beaucoup de vésicules adipeuses.

Les *cellules* du tissu conjonctif se voient très bien aussi chez les solipèdes. Après une immersion de trois ou quatre jours dans le réactif, composé d'une partie d'acide chlorhydrique au 2000° et d'une partie d'acide acétique au 100°, toutes ces cellules sont mises en évidence. Elles sont plus volumineuses que chez l'homme, sphériques ou ovoïdes, souvent rapprochées en grand nombre sur certains points. Leur contour ne donne naissance à aucun prolongement. Le cheval est excellent aussi pour leur étude. Les principes colorants ne sont pas nécessaires pour voir leur noyau et leur protoplasme.

Les *fibres élastiques* sont abondantes et de grosseurs très différentes. Elles cheminent entre les faisceaux conjonctifs, en se divisant et s'anastomosant, mais ne présentent ici rien de particulier.

b. *Glandes sudorifères*. — Ces glandes sont remarquables par leur grand développement. Le tube qui les forme est plus volumineux que celui des glandes de l'homme et plus contourné. Leur corps se compose aussi de flexuosités retombant et s'entassant les unes sur les autres; il ne saurait être comparé à un peloton, et le nom de glomérule ne lui convient nullement. On pourrait le dérouler et le redresser si ces glandes n'étaient entourées de vaisseaux volumineux très apparents, qui relient leurs flexuosités. Les plus petites cependant se

laissent en partie dérouler. Leur origine est formée par un cul-de-sac qu'on aperçoit le plus habituellement sur un point du contour de la glande. Leur structure ne diffère pas de celle des glandes de l'homme. Bien qu'elles soient plus volumineuses, elles n'offrent aucune trace bien manifeste de fibres musculaires.

C'est sur la mamelle que les glandes sudorifères arrivent à leurs plus

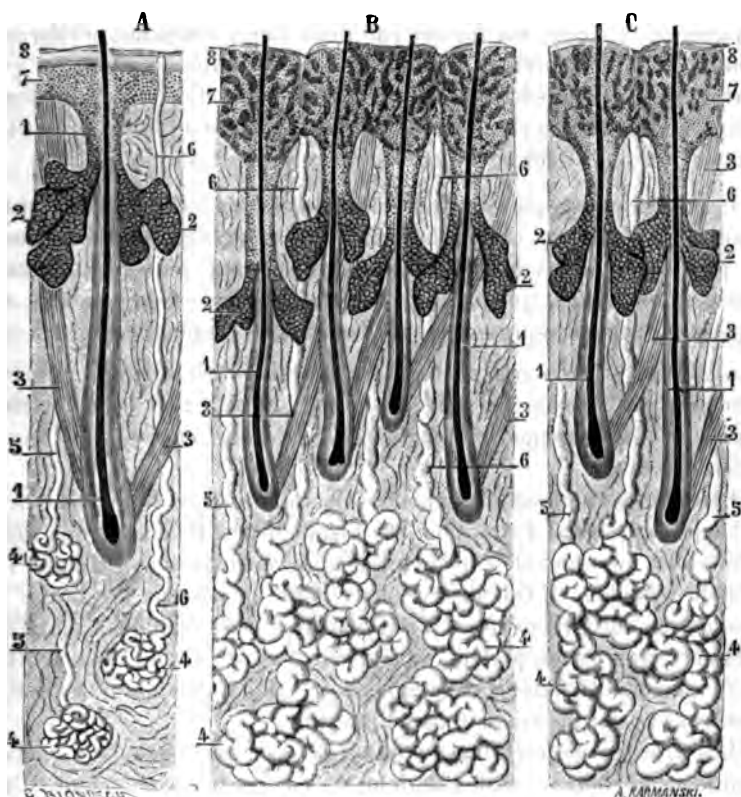


FIG. 195. — Peau de l'homme et des solipèdes (grossissement de 100 diamètres).

A. Peau de l'homme, cuir chevelu. — 1, 1, follicule pileux. — 2, 2, glandes sébacées s'ouvrant dans son tiers supérieur. — 3, 3, les deux muscles qui s'attachent sur son contour. — 4, 4, glandes sudorifères. — 5, 6, 6, leur conduit excréteur. — 7, derme. — 8, épiderme.

B. Peau du cheval. — 1, 1, follicules pileux. — 2, 2, glandes sébacées. — 3, 3, muscle unique annexé à chacun de ces follicules. — 4, 4, glandes sudorifères beaucoup plus développées que celles de l'homme. — 5, 6, 6, leur conduit excréteur. — 7, derme. — 8, épiderme très mince.

C. Peau de l'âne. — 1, 1, follicule pileux. — 2, 2, glandes sébacées. — 3, 3, muscle s'attachant à chaque follicule. — 4, 4, glandes sudorifères très développées aussi. — 5, 5, leur conduit excréteur. — 6, extrémité supérieure de ce conduit. — 7, derme. — 8, épiderme.

grandes dimensions. Elles se touchent, se superposent, forment deux ou trois étages, et constituent au-dessous des follicules pileux une couche remarquable par son épaisseur.

Ces follicules, assez courts sur la mamelle, que recouvrent seulement des poils rudimentaires, sont plus ou moins longs sur les autres régions du corps. Dans chacun d'eux viennent s'ouvrir, sur leur partie la plus élevée, deux glandes sébacées plus simples que celles de l'homme. En général, chacune est formée par deux longs utricules, piriformes, dont le conduit excréteur s'accôle d'abord au follicule pileux, et qu'il traverse un peu au-dessous de son embouchure. Certaines glandes se composent de trois utricules ; un très grand nombre ne sont représentées que par un seul, dont le volume est du reste assez variable.

Les vaisseaux sanguins qui se répandent dans le derme sont abondants et volumineux ; chez l'homme, ils ont pour siège spécial la couche la plus dense. Chez le cheval, ils sont beaucoup plus régulièrement répartis. Sur leur trajet on ne trouve pas ces traînées de vésicules adipeuses qui sont presque constantes dans l'espèce humaine.

c. *Nerfs*. — Les nerfs sont de deux ordres bien distincts. Les uns viennent du système nerveux de la vie animale : ce sont des nerfs à myéline ; ils se comportent comme chez l'homme, et je dois me borner à les signaler.

Les autres viennent du grand sympathique. Leur existence avait échappé jusqu'ici à l'attention des histologistes. Ils offrent une disposition bien remarquable cependant, et sont remarquables aussi par leur grande abondance. On observe dans toute l'épaisseur du derme des groupes de cellules nerveuses qui constituent de véritables ganglions. Les nerfs gris qui en partent, se croisent, s'anastomosent et forment un beau plexus, parfaitement semblable à celui qu'on observe dans les viscères et particulièrement dans l'intestin.

Les groupes de cellules ou *ganglions* se composent sur certains points de quelques cellules seulement, ou de deux, ou même d'une seule, et sur d'autres de cellules dont le nombre peut s'élever jusqu'à trente ou quarante, et plus encore. Ces ganglions se distinguent donc en gros, moyens, petits et minuscules. Des plus gros partent des faisceaux de nerfs gris, c'est-à-dire constitués seulement par un cylindre et une gaine de Schwann. Souvent deux faisceaux partent de leurs extrémités opposées, et parfois trois, en sorte qu'ils représentent autant de centres de rayonnement. Les moyens et les petits sont conformés sur le même type ; les faisceaux nerveux qui en dépendent sont seulement moins volumineux. Les infiniment petits se composent d'une cellule microscopique, ellipsoïde, des extrémités de laquelle naissent des cylindraxes comparables à des fils d'araignée.

Ainsi constitués, ces plexus ganglionnaires ne diffèrent en rien de ceux que nous avons observés dans les organes de la vie nutritive. Le grand sympathique ne se distribue donc pas seulement à ces organes; il s'étend beaucoup au delà de ceux-ci et jusqu'à la périphérie du corps où on le retrouve avec tous ses attributs les plus caractéristiques, avec la même richesse, avec les mêmes éléments, d'autant plus multipliés aussi qu'ils sont plus éloignés de leur point de départ.

d. *Procédé d'étude.* — Ces procédés sont d'une extrême simplicité. Au nombre de deux, l'un s'applique au derme en général et l'autre au plexus nerveux ganglionnaire.

Le premier ou procédé général consiste à immerger pendant vingt-quatre heures des lambeaux de peau, pris sur différentes parties du corps, dans l'acide chlorhydrique au 5°. Ce laps de temps écoulé, on les soumet à l'ébullition dans l'acide acétique au 100° pendant quelques minutes; dès que la peau, d'abord rigide, commence à se ramollir, ce que l'on reconnaît en la touchant avec une baguette de verre, on suspend brusquement l'ébullition, en laissant tomber dans la capsule un courant d'eau froide. La préparation est alors terminée. On peut l'examiner immédiatement, en en détachant une mince coupe perpendiculaire à la surface de la peau, et en arrosant cette coupe d'une goutte d'acide acétique glyceriné. On voit aussitôt tous les détails précédemment exposés; le résultat est admirable. Le même procédé s'applique avec le même succès à l'étude de la peau des autres mammifères, dont je vais parler; je ne reviendrai donc pas sur sa description.

Le second procédé est bien différent, et semblable à celui que nous avons employé pour l'étude des plexus ganglionnaires des principaux viscères. On plongera des lambeaux de peau, réduits à leurs deux couches fondamentales, derme et épiderme, dans la solution suivante :

Acide chlorhydrique au 200°.....	1 partie.
Acide acétique au 100°.....	1 —

Après trois ou quatre jours d'immersion dans ce réactif très dilué, le plexus nerveux ganglionnaire devient très manifeste, dans ses moindres détails et dans toutes ses infinies variétés. On pourra le conserver dans ce même réactif à la condition de le renouveler tous les jours, ou tous les deux jours. En déposant sur le bord de la préparation une goutte d'acide chromique au 400°, on réussit souvent à mettre les cellules et les tubes nerveux en plus vive lumière.

L'épiderme de la peau du cheval est mince, et presque entièrement formé par sa couche muqueuse. Celle-ci se compose de belles cellules, un peu plus grosses que celles du corps muqueux de l'homme, dans chacune desquelles on retrouve les mêmes éléments que dans les pré-

cédentes : noyau, protoplasme, chromoleucytes. Le noyau très manifeste est entouré par les granulations pigmentaires les plus grosses et les plus colorées. Ces granulations sont beaucoup plus développées que chez l'homme ; c'est surtout par leur plus grand volume que les cellules de cette couche muqueuse sont caractérisées. Aussi sont-elles faciles à voir. Leur forme est arrondie ; leur couleur plus foncée dans certaines cellules, un peu moins foncée et presque claire dans d'autres.

La couche cornée est si mince et si peu apparente, qu'elle est souvent difficile à distinguer. Elle ne diffère pas de celle de l'homme.

Pour observer les deux couches de l'épiderme chez le cheval, on mettra en usage le procédé qui montre le plexus nerveux ganglionnaire. Après une immersion de cinq ou six jours dans le réactif précédemment formulé, l'épiderme se détache, avec les poils qui en dépendent. En l'étalant sur le porte-objet du microscope et en l'arrosant d'une goutte du même réactif, on verra très bien les cellules qui composent ses deux couches.

B. Peau de l'âne. — Elle diffère très peu de celle du cheval. Je la décrirai donc en termes plus brefs, me bornant à mentionner surtout les points dissemblables. Son épaisseur est un peu inférieure à celle de la peau du cheval. C'est aussi le derme assez dense qui en forme la presque totalité. L'épiderme très mince est représenté surtout par le corps muqueux.

Les éléments du derme sont, du reste, les mêmes avec de très minimes nuances. Les faisceaux fibreux, extrêmement abondants et entre-croisés aussi dans toutes les directions, sont caractérisés par leur volume, par leur inégalité, par leur aspect strié qu'on entrevoit après quelques jours d'immersion dans le mélange à parties égales d'acide chlorhydrique au 2000^e et d'acide acétique au 100^e. En la soumettant à l'action successive de la liqueur de Muller et de l'acide chlorhydrique au 10^e, on voit mieux encore les globules qui les composent. Les stries deviennent aussitôt très manifestes, surtout en arrosant la préparation d'une goutte d'acide chromique au 300^e. Autour des faisceaux conjonctifs et dans leurs intervalles sont répandues de très nombreuses cellules semblables à celles qu'on observe chez le cheval.

Les glandes sudorifères sont très développées aussi, mais plus allongées, assez nombreuses et assez volumineuses pour se toucher et former au-dessous des follicules pileux une couche continue.

Les glandes sébacées sont représentées également par de petits utricules, s'ouvrant dans la partie supérieure des follicules pileux, et les entourant à peu près complètement. Il en existe généralement deux pour chaque follicule, lesquelles peuvent être très inégales de volume et de longueur.

Les vaisseaux sanguins rappellent par leur nombre, leur nature, leur disposition ceux que nous avons rencontrés dans l'espèce précédente. Les vésicules adipeuses se font remarquer aussi par leur absence ou leur rareté.

Les nerfs à myéline affectent leur distribution habituelle. Le plexus nerveux, ganglionnaire, si remarquablement développé chez le cheval, se retrouve chez l'âne avec la même facilité, les mêmes caractères, la même richesse. Ce fait inattendu contribue à nous montrer combien le grand sympathique s'étend au delà des limites qu'on lui avait assignées, et combien grandit l'importance de ses fonctions à mesure qu'on en prend une notion plus complète.

§ 2. — PEAU DES RUMINANTS.

Pour décrire la peau de ces mammifères, je prendrai deux types bien répandus, le bœuf et le mouton.

La peau du bœuf se rapproche de celle de l'âne et du cheval par son épaisseur, la grande consistance et la résistance de son derme, et par la plupart de ses attributs généraux. Elle mérite cependant une brève mention.

Les faisceaux de tissu conjonctif qui constituent le derme, sont volumineux, extrêmement abondants et assez denses. Cependant, en en détachant des tranches extrêmement minces, on les voit bien; on aperçoit aussi sur quelques-unes leurs granules, et dans leurs intervalles les très nombreuses cellules dont ils tirent leur origine. Ces cellules sont plus grosses que celles de l'homme et beaucoup plus faciles à observer. On distingue sans peine leur noyau, leur protoplasme et leur contour. Elles sont dépourvues de prolongements pour la plupart; quelques-unes seulement en présentent qui sont très courts et ne s'anastomosent pas.

Dans ce derme il existe peu de vésicules adipeuses; sur une foule de points il fait même absolument défaut.

Par ses glandes sudorifères et par ses glandes sébacées, le bœuf se distingue assez bien non seulement des autres ruminants, mais de tous les autres mammifères, pour qu'on puisse le reconnaître à la simple vue de l'un de ces deux ordres de glandes.

Les premières ou glandes sudorifères sont moins développées et moins volumineuses que chez le cheval. Mais elles sont beaucoup plus flexueuses, plus allongées, et surtout elles sont constituées par un tube notablement plus gros, dont l'origine est presque toujours très manifeste. Ce tube se contourne dans tout son trajet, sans que ses sinuosités tombent les unes sur les autres. Le corps de la glande et son conduit

excréteur ne diffèrent pas autant que chez les autres animaux; le conduit est presque aussi contourné que la glande; il monte entre les follicules pileux sans que ses flexuosités se modifient.

Son calibre considérable m'a engagé à en étudier plus spécialement la structure. J'ai pensé que, si les glandes sudorifères possèdent des fibres musculaires lisses, c'est chez le bœuf qu'on doit les rencontrer dans leur plus grand développement. Dans ce but j'ai soumis le derme à l'action du réactif déjà mentionné: acide chlorhydrique au 2000^e, une partie, acide acétique au 100^e, une partie. A un grossissement de 300 à 400 diamètres, après une immersion de quelques jours dans ce liquide, on remarque sur le contour des glandes des noyaux allongés, fusiformes, formant une couche très évidente. Ces noyaux sont-ils caractéristiques de la fibre musculaire? Rien ne le prouve bien péremptoirement; car autour des vaisseaux et de certains conduits il existe une gaine à peu près semblable, dans laquelle se trouvent des noyaux allongés et fusiformes aussi. Ces noyaux appartiennent-ils à des cellules de tissu conjonctif ou à des fibres musculaires? On peut hésiter à se prononcer; ils semblent appartenir plutôt au tissu conjonctif.

Les glandes sébacées sont ici tout à fait caractéristiques. Elles forment sur chaque follicule pileux deux étages, bien distincts, et à peu près semblables. Chaque étage se compose de deux ou trois glandules qui s'ouvrent dans la cavité des follicules, tantôt par un seul orifice, tantôt par deux orifices, situés l'un à droite, l'autre à gauche, en d'autres termes, sur deux points opposés. Toutes ces glandes répondent à la partie terminale du follicule et se trouvent situées par conséquent bien au-dessus des glandes sudorifères.

Les vaisseaux sanguins et les nerfs ne diffèrent pas de ceux que nous avons observés chez les solipèdes. Le réseau nerveux ganglionnaire n'est ni moins développé, ni moins manifeste que celui de ces mammifères; il justifie pleinement la description que nous avons donnée, et réclame pour son étude le même réactif que nous avons précédemment formulé.

L'épiderme du bœuf est aussi presque exclusivement formé par sa couche muqueuse, dont les cellules se voient facilement. Quelques-unes présentent des prolongements; mais elles restent la plupart indépendantes les unes des autres.

Mouton. — La peau du mouton, au premier aspect, paraît très mince. Elle offre cependant une certaine épaisseur, qu'on peut évaluer à 2 millimètres. Sa couleur comme celle de la peau des vertébrés que nous avons précédemment étudiés est d'un blanc opaque. Dans son épaisseur les vésicules adipeuses sont rares; il en existe quelques-unes

dans le tissu conjonctif sous-cutané; aucune entre les faisceaux qui forment le derme.

Les glandes sudorifères sont de dimensions moyennes et assez nombreuses. On peut distinguer dans chacune d'elles un corps et un conduit excréteur; elles diffèrent sous ce rapport de celles du bœuf. Les glandes sébacées n'offrent rien de particulier; elles ne sont jamais

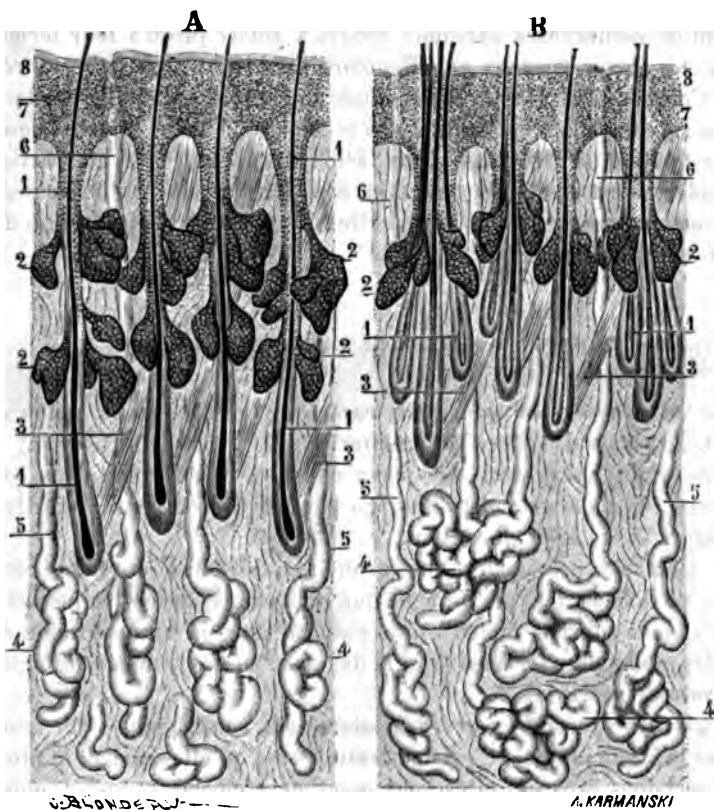


FIG. 196. — Peau des ruminants (grossissement de 100 diamètres).

A. Peau du bœuf. — 1, 1, follicules pileux. — 2, 2, 2, 2, glandes sébacées formant deux rangées, l'une supérieure, l'autre inférieure, qui offrent un égal développement. — 3, 3, muscle unique s'attachant à chaque follicule. — 4, 4, glandes sudorifères, moins sinueuses, mais à conduit plus gros que celles du cheval. — 5, 5, leur conduit excréteur. — 6, partie terminale de ce conduit. — 7, derme. — 8, épiderme.

B. Peau du mouton. — 1, 1, groupe de follicules pileux dont le moyen est un peu plus long et plus volumineux que les deux autres. — 2, 2, glandes s'ouvrant dans chacun des trois follicules. — 3, 3, muscle unique pour chaque groupe; il s'attache au follicule le plus long. — 4, 4, glandes sudorifères un peu plus flexueuses que celles du bœuf. — 5, 5, leur conduit excréteur. — 6, 6, partie terminale de ce conduit. — 7, derme. — 8, épiderme.

disposées sur deux étages, et se composent chacune de deux ou trois utricules qui s'ouvrent dans les follicules pileux un peu au-dessous de leur embouchure.

Les vaisseaux et nerfs rappellent ceux que nous avons vus chez les mammifères précédents : même rareté relative des artères et des veines ; même abondance des nerfs à myéline, et surtout des nerfs gris qui entourent aussi les glandes sudorifères et qui leur abandonnent de nombreuses divisions, faciles à suivre jusqu'à leur terminaison. Le plexus nerveux ganglionnaire chez le mouton se prête très bien à l'observation, à la condition d'une immersion préalable, pendant quelques jours, dans la solution qui le montre : acide chlorhydrique variant du 1000° au 2000°, une partie ; acide acétique au 100°, une partie.

L'épiderme est aussi très mince et constitué presque exclusivement par la couche muqueuse, dont les cellules, après avoir subi l'action du réactif, cependant sont très visibles.

§ 3. — PEAU DES CARNASSIERS.

Pour en exposer les principaux caractères, je choisirai le chien et le chat. Je parlerai d'abord du premier.

La peau du chien varie beaucoup selon les espèces, soit dans son épaisseur, soit dans sa constitution en général très adipeuse, soit dans ses glandes et ses follicules pileux.

Les éléments principaux du derme, ou faisceaux de tissu conjonctif, ne différeraient pas de ceux que nous avons rencontrés jusqu'ici s'ils n'étaient souvent mêlés à une quantité plus ou moins grande de vésicules graisseuses formant çà et là des amas et des traînées de forme et de volume variables.

Les glandes sudorifères des carnassiers sont remarquables par leurs variétés presque infinies. C'est dans cette classe qu'elles varient le plus. Dans certaines espèces, elles sont assez développées et assez nombreuses ; dans d'autres, elles n'existent qu'à l'état rudimentaire. Elles sont représentées alors par un conduit dont l'extrémité inférieure se recourbe en forme de crosse ; ou bien cette extrémité se divise en deux glandules qui se contournent, et dont l'une parfois est souvent plus développée que l'autre. Sur certaines régions ces glandes sont assez volumineuses ; sur d'autres on n'en trouve aucun vestige ; et ces variétés se présentent, non seulement d'une espèce à une autre, mais d'une partie à une autre partie du corps. Variété infinie, telle est donc l'expression qui résume le mieux leur étude, soit qu'on les considère chez des individus différents, soit qu'on les considère sur le même animal.

Les glandes sébacées sont généralement très petites. Les follicules

pileux dans lesquels elles s'ouvrent affectent une disposition exceptionnelle. Ils sont chacun indépendants à leur origine ; mais, après un certain trajet, on voit trois ou quatre conduits converger et s'aboucher, de manière à se réunir en un seul, dans la cavité duquel cheminent les poils adossés. Ce follicule pileux collectif s'ouvre à la surface de la peau ; et les poils qui en sortent divergent alors, en sorte qu'ils suivent trois directions différentes : inférieurement ils convergent ; plus haut, ils deviennent parallèles, et plus haut encore ils se séparent. Tous les follicules pileux ne se comportent pas ainsi ; il en est qui restent indépendants ; d'autres qui se fusionnent à des hauteurs différentes ; et d'autres qui se fusionnent en nombre plus ou moins considérable.

Rien de particulier dans la disposition des artères, des veines et des nerfs à myéline. Quant au plexus nerveux ganglionnaire, il est caractérisé aussi par son grand développement. Comme dans tous les mammi-

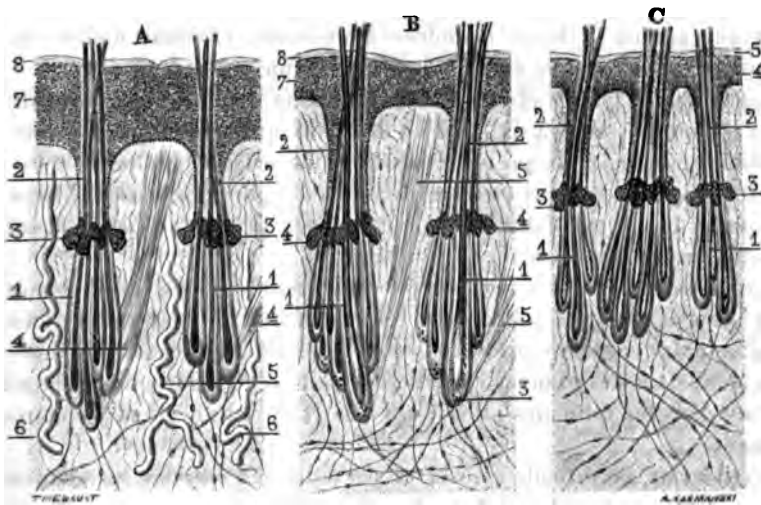


FIG. 197. — Peau des carnassiers et des rongeurs (100 diamètres).

A. Peau du chien et du chat. — 1, 1, groupe de follicules pileux, dont l'un, plus gros et plus long, dépasse tous les autres inférieurement. — 2, 2, cavité unique dans laquelle s'abouchent tous les follicules du même groupe. — 3, 3, glandes sébacées, au nombre de deux pour chaque follicule. — 4, 4, muscle unique pour chaque groupe. — 5, une glande sudorifère bifide à son origine. — 6, 6, deux glandes sudorifères, à peine flexueuses à leur origine. — 7, derme. — 8, épiderme.

B. Peau du lapin. — 1, follicules pileux, disposés par groupes, comme chez le chat, dont l'un central est aussi plus gros et plus long. — 2, 2, point d'abouchement de tous les follicules du même groupe. — 3, 3, glandes sébacées, au nombre de deux pour chaque follicule. — 4, 4, glandes sébacées au nombre de deux pour chaque follicule. — 5, 5, muscles pilifères. — 6, fibres élastiques. — 7, derme. — 8, épiderme.

C. Peau du cobaye. — 1, 1, groupes de follicules pileux. — 2, leur point d'abouchement. — 3, glandes sébacées. — 4, derme. — 5, épiderme.

ères que nous avons passés en revue, il tient sous son influence la totalité des glandes sudorifères, la totalité des glandes sébacées et les innombrables follicules pileux.

L'épiderme, composé de ses deux couches normales, est remarquable dans certaines espèces par les prolongements des cellules de la couche muqueuse, qui s'unissent et qui forment sur les points les plus pigmentés un fin réseau.

Peau du chat. — Elle est moins épaisse que celle du chien; ses faisceaux conjonctifs en d'autres termes sont moins multipliés que dans le genre précédent. Ses glandes sudorifères sont aussi moins développées, à peu près rectilignes, courbées en crosse et un peu renflées à leur extrémité initiale. Sur quelques points elles se divisent; mais leurs deux branches sont courtes. Sur un grand nombre de régions elles font défaut; sur certaines espèces je n'en ai rencontré aucune trace.

Les glandes sébacées sont aussi très petites. Elles semblent se réduire chez cet animal à leurs moindres dimensions. Chacune d'elles est constituée par un simple utricule arrondi, ou un peu ovoïde.

Les follicules pileux affectent une disposition toute spéciale. Chacun d'eux donne naissance à six, huit ou dix poils qui sont implantés sur la même papille, mais qui ont cependant une origine distincte; cette papille, en un mot, peut être comparée aux papilles composées. Tous les poils du même follicule montent à peu près parallèlement, et sortent par un même orifice en divergeant.

Les vaisseaux et les nerfs à myéline conservent les caractères qui leur sont propres chez les solipèdes et les ruminants. Le système nerveux ganglionnaire conserve aussi sa richesse habituelle et s'épuise particulièrement dans les glandes sudorifères, dans les glandes sébacées et surtout dans les follicules pileux, qui atteignent ici un grand développement.

L'épiderme est difficile à observer par suite de l'extrême abondance des poils. Cependant les cellules les plus fortement pigmentées offrent aussi des prolongements par lesquels elles s'unissent.

§ 4. — PEAU DES RONGEURS.

Le lapin peut être considéré comme le type des rongeurs; c'est donc sa peau que je vais rapidement étudier.

Elle est très mince, et doublée cependant sur toute son étendue par un muscle peaucier qui lui adhère assez fortement et qui a pour effet d'en doubler l'épaisseur.

Lorsque ce muscle a été détaché, il convient, pour observer son système nerveux ganglionnaire, d'en immerger un segment dans la

solution composée d'une partie d'acide chlorhydrique au 1000° et d'une partie d'acide acétique au 100°.

Après une immersion de cinq à six heures, si l'on prend sur le bord de ce segment une mince coupe, on voit toutes les dernières ramifications du grand sympathique qui accourent de divers côtés, en s'anastomosant vers les follicules pileux, si nombreux chez cet animal, et on constate ce premier fait que ces divisions s'épuisent dans les glandes et dans ces follicules. Elles sont très apparentes, dans leurs moindres détails.

Sur leur trajet on distingue de petits amas des cellules nerveuses, des ganglions en un mot. Quelques-uns représentent des nerfs gris, et d'autres de simples cylindraxes entrecoupés à des distances inégales par des cellules nerveuses. Ce premier coup d'œil suffira pour démontrer encore avec la plus grande évidence combien le système nerveux de la vie organique, dans la peau, est en rapport intime avec les glandes et les follicules pileux.

Ici les glandes sudorifères sont réduites à l'état d'ébauche et sont très souvent défaut; il en est de même des glandes sébacées qui sont constantes, il est vrai, mais d'une extrême petitesse.

Afin de poursuivre l'étude de la peau, on fera bouillir un lambeau préalablement plongé pendant vingt-quatre heures dans l'acide chlorhydrique au 5°; puis dans le même acide au 20°, ou dans l'acide acétique au 100°. Sur les préparations de ce genre, on verra les glandes sudorifères, s'il en existe; et l'on pourra reconnaître qu'elles sont représentées par un simple tube recourbé en crosse inférieurement, ou divisé en deux branches inégales et un peu flexueuses.

On distinguera aussi les glandes sébacées, qui sont toutes très petites et à peu près arrondies. Chaque follicule pileux n'en possède qu'une seule, et toutes s'ouvrent au même niveau.

Un fait intéressant concerne ces follicules: ils sont communs à plusieurs poils, qui s'implantent sur la même papille, et qui constituent un petit groupe. Tous ces petits groupes cheminent parallèlement. Sur un point de leur trajet sont situées les glandes sébacées, toutes à la même hauteur. Après avoir reçu l'embouchure de ces glandes, ils montent vers la peau et les poils sortent par un orifice commun.

A chacun de ces petits groupes est annexé un muscle lisse. Dans leurs parois viennent se terminer une, deux ou plusieurs divisions du nerf grand sympathique.

Aux éléments qui précèdent s'ajoutent des nerfs à myéline, et des vaisseaux sanguins, moins abondants que chez les mammifères dont le derme est épais.

L'épiderme semble formé presque exclusivement par la couche muqueuse. Dans toutes les cellules qui le composent, on voit un noyau

bien manifeste. Elles contiennent des chromoleucytes très développés : quelques-uns émettent des prolongements qui s'anastomosent. On voit souvent à l'origine des poils des cellules pigmentaires ramifiées et anastomosées aussi.

§ 5. — PEAU DES PACHYDERMES.

Les pachydermes sont des animaux assez rares. Mais il en est un qui est très commun, qu'on trouve partout et dont la peau est intéressante à connaître : c'est le porc.

Sa peau est remarquablement épaisse, très résistante, hérissée de poils longs et raides qui descendent jusqu'à sa face adhérente. Les faisceaux conjonctifs qui forment le derme ne diffèrent pas de ceux que nous avons observés chez le cheval et le bœuf. Ils sont pénétrés d'abondantes vésicules graisseuses qui en rendent l'étude plus difficile.

Les glandes sudorifères, chez cet animal, sont généralement nombreuses et très développées; mais dans certaines régions elles deviennent plus rares, plus petites et presque rudimentaires. Si elles diffèrent de celles des grands mammifères, c'est donc surtout par les variétés qu'elles présentent. Les glandes sébacées, assez grosses pour la plupart et de forme allongée, se composent de deux ou trois utricules.

Les follicules pileux sont longs et volumineux, souvent obliquement dirigés. A chacun d'eux s'attache un beau muscle lisse qui contourne les glandes sébacées.

Les vaisseaux et les nerfs ne peuvent être bien étudiés que sur des parties dépourvues de graisse; on peut alors constater qu'ils sont aussi développés, aussi ramifiés que ceux des grands mammifères. et qu'ils se comportent de même à leur terminaison.

L'épiderme, moins ombragé que chez les vertébrés qui précèdent, pourrait être aussi plus facilement étudié. Mais les cellules de la couche muqueuse et celles de la couche cornée sont complètement enlevées par les préparations que subit la peau dans les abattoirs.

§ 6. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA PEAU DES MAMMIFÈRES.

Après avoir comparé le système cutané, dans les principaux genres de ce premier groupe de vertébrés, il ne sera pas sans intérêt, avant de passer aux groupes suivants, de formuler les conclusions générales qui découlent de ce parallèle.

Une première notion se rattache à la constitution de la peau prise dans l'ensemble de ses éléments. Chez l'homme et les animaux qui se

rapprochent de lui, l'enveloppe cutanée est épaisse ; elle est représentée surtout par le derme. C'est le derme qui la caractérise par le grand développement de toutes les parties qui contribuent à le former ; il est recouvert de papilles ; ses glandes sont nombreuses et en plein développement ; ses vaisseaux et ses nerfs ne sont pas moins remarquables par leur abondance. Son épiderme est formé de deux couches qui le recouvrent et le protègent, remplissant chacune des attributions bien différentes. Tel est le système cutané chez l'homme. Tel aussi il se présente à nous chez le cheval, l'âne, le bœuf, le mouton, les grands carnassiers.

En descendant de ces vertébrés si bien protégés par l'épaisseur de leur derme, la peau se modifie très notablement. Ainsi chez le chat, chez le lapin et tous les petits mammifères à peau mince, le derme n'est plus un manteau protecteur : d'organe premier, il devient organe de second ordre ; il n'est plus que le support de l'épiderme et de ses dépendances. C'est la couche muqueuse de l'épiderme qui prend ici le premier rôle ; c'est elle qui préside à l'évolution du système pileux ; c'est le système pileux qui par son prodigieux développement protège l'animal. En un mot, en comparant les mammifères à peau épaisse aux mammifères à peau mince, on reconnaît que le derme chez les premiers en est l'élément principal, et que l'épiderme chez les seconds en devient l'élément fondamental ; ce qui était accessoire chez les uns se développe et prédomine chez les autres. En descendant l'échelle animale, nous verrons ce rôle de l'épiderme, ou plutôt de sa couche muqueuse, grandir encore et prendre des proportions de plus en plus prédominantes.

Si nous rapprochons dans les diverses classes les parties constituantes du derme, d'autres différentes s'accusent et méritent aussi d'être mentionnées.

Les glandes sudorifères arrivent à leur maximum de développement dans les solipèdes ; elles sont à la fois plus volumineuses et plus nombreuses. Dans les ruminants, elles diminuent de nombre et de volume ; c'est chez le bœuf cependant que le conduit de ces glandes atteint son plus grand diamètre. Chez le porc, elles sont encore très développées dans certaines régions, mais commencent à s'atrophier sur d'autres. Chez les carnassiers, elles deviennent rudimentaires ; chez les rongeurs, elles disparaissent presque entièrement.

Les glandes sébacées sont très développées chez l'homme sur le cuir chevelu. Sur les autres régions où les follicules pileux n'existent qu'à l'état de vestige, ces glandes se réduisent aux mêmes proportions ; mais qu'elles s'arrêtent au début de leur évolution ou atteignent leur entier développement, elles se montrent doubles, très rapprochées de l'embouchure du follicule, s'il est long et volumineux, très rapprochées

de sa base, s'il est rudimentaire. Une autre particularité qui est propre aussi à l'espèce humaine, c'est la dualité des muscles annexés aux follicules pileux. Chez les autres mammifères, il est toujours unique. Mais par une sorte de compensation, au-dessous des follicules pileux, on trouve chez ces animaux un vaste pannicule charnu, qui est remplacé chez l'homme par le pannicule adipeux.

Les vaisseaux sanguins et lymphatiques l'emportent chez lui par leur nombre et leur volume; son enveloppe cutanée est notablement plus vasculaire que celle des solipèdes, des ruminants, des carnassiers et des rongeurs.

Les divisions qui viennent du système nerveux de la vie animale se comportent semblablement chez tous les mammifères; chez l'homme, elles se terminent en partie dans les corpuscules du tact et dans les corpuscules de Pacini. Chez les quadrupèdes, ces corpuscules n'ont pas encore été mentionnés.

Celles qui proviennent du système nerveux de la vie organique avaient été à peu près complètement méconnues. La peau ayant été considérée comme un sens, on avait généralement pensé que ses nerfs, comme ceux des sens plus élevés, tiraient leur origine exclusivement de l'axe cérébro-spinal. C'était une grave erreur. Ils viennent à la fois de l'un et de l'autre système; et à chacun de ces deux groupes est dévolu un rôle spécial. A ceux qui partent du névraxe sont réservés tous les phénomènes qui se rattachent à la sensibilité. A ceux qui émanent du grand sympathique se rattachent tous ceux qui relèvent de la sécrétion de la sueur, de la sécrétion sébacée, de la mobilité des follicules pileux et de leur nutrition.

La nature a donc tracé entre les fonctions des deux systèmes une ligne de démarcation qui n'avait été ni entrevue, ni même soupçonnée. Celui de la vie organique qu'on avait limité aux organes et fonctions de la vie nutritive s'étend jusqu'aux dernières limites de l'économie. Bichat, qui en avait si largement agrandi le domaine et les attributions, était resté au-dessous de la réalité; il tient dans l'organisme un place plus importante encore qu'il ne le pensait. Alors même que l'étude comparative de la peau n'ajouterait à nos connaissances que cet important progrès, elle serait digne de toute l'attention des histologistes, qui m'auraient devancé dans cette voie s'ils n'avaient été mal servis par la méthode des coupes. C'est à la méthode des réactifs dilués qu'il fallait ici accorder la préférence. Que les anatomistes consentent à la mettre en usage, qu'ils emploient surtout le réactif dont j'ai si souvent parlé: c'est le réactif par excellence du système nerveux ganglionnaire; les résultats qu'il donne sont constants et rapides.

Quant à l'épiderme, il subit aussi une bien grande modification en passant de l'homme aux derniers mammifères. Chez lui, les deux

couches qui le composent sont nettement séparées et bien distinctes. En descendant l'échelle animale, on voit la couche muqueuse augmenter progressivement d'importance, et la couche cornée s'amincir de plus en plus. La peau étant protégée par le système pileux, cette couche semblait moins utile. Les poils provenant de la couche muqueuse, celle-ci tend à prendre un développement de plus en plus grand; et à mesure qu'elle se transforme, pour ainsi dire, en se prolongeant dans le système pileux, le derme se réduit à sa plus simple expression.

CHAPITRE III

SYSTÈME CUTANÉ DES OISEAUX

En passant des mammifères aux oiseaux, on remarque que le système cutané se modifie considérablement. C'est d'abord un système nouveau, le système des plumes, qui apparaît. Ce système a été considéré jusqu'ici comme l'analogue du système pileux; mais il en diffère beaucoup. Il sera décrit plus loin comme l'une des trois annexes de la peau: à celle-ci se rattachent en effet comme autant de dépendances, le système des plumes, le système pileux, le système corné. Ici nous nous occuperons seulement de la peau proprement dite.

Ainsi ramenée à ses éléments généraux, la peau des oiseaux se distingue encore de celle des mammifères par tout un ensemble de caractères qui n'ont pas été mentionnés et qui méritent de l'être cependant; car, si elle diffère de celle des mammifères, elle ne diffère pas moins de celle des reptiles, ainsi que nous pourrions le constater.

La peau des oiseaux est blanche, d'une extrême minceur, très mobile. Elle glisse facilement en tous sens sur les parties sous-jacentes. Sa mobilité toutefois varie selon les régions; elle est très grande sur toute l'étendue du cou, un peu moindre sur le tronc, et plus limitée sur la face dorsale des membres supérieurs à laquelle s'attachent les plumes plus spécialement consacrées à la locomotion aérienne.

L'épiderme qui la recouvre est blanc, transparent, extrêmement mince. La couche superficielle ou cornée qui s'amincit de plus en plus en descendant l'échelle des mammifères n'est plus représentée que par un ou deux plans de cellules mortes. La couche muqueuse se compose de cellules nucléées, de figure polygonale. Les plus superficielles sont plus aplaties et un peu plus larges que les cellules profondes. La minceur et la transparence de l'épiderme permettent très facilement de constater leur existence.

Le derme se compose, comme dans les mammifères, de tissu conjonctif, de vaisseaux, de nerfs sensitifs et moteurs et de muscles lisses auxquels s'ajoute un muscle peaucier.

Le tissu conjonctif est peu abondant et d'une grande mollesse, d'où la mobilité de la peau, qui semble ne pas adhérer aux parties sous-jacentes. Cependant on constate sans peine l'existence des faisceaux conjonctifs, qui le composent.

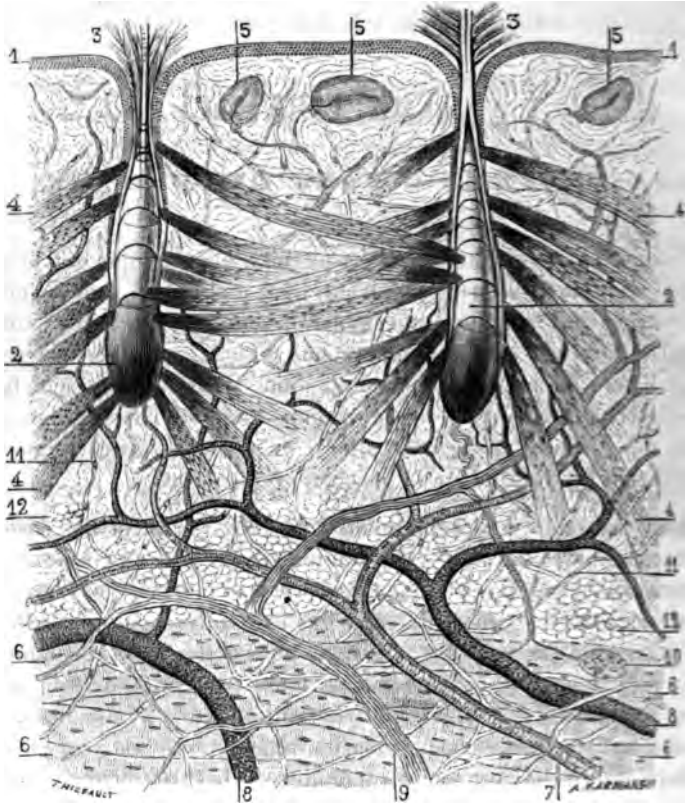


FIG. 198. — Peau des oiseaux.

1, 1, épiderme. — 2, 2, follicules des plumes. — 3, 3, orifice qui donne passage aux plumes. — 4, 4, 4, 4, muscles à fibres lisses, très nombreux, qui s'attachent aux follicules des plumes en se portant de l'un à l'autre. — 5, 5, 5, corpuscules de Pan. — 6, 6, 6, 6, muscle peaucier sous-cutané constitué par des fibres striées. — 7, 7, artère se ramifiant dans le tissu conjonctif sous-cutané. — 8, 8, veines qui l'accompagnent. — 9, 9, nerf à myéline dont les dernières divisions se perdent dans le bulbe des follicules des plumes et dans le derme. — 10, 10, une plaque nerveuse terminale du muscle peaucier. — 11, 11, nerfs gris émanés se répandant en très grand nombre dans le tissu conjonctif sous-cutané pour aller se terminer dans les muscles des plumes et leur follicule. — 12, 12, amas de vésicules adipeuses.

Les artères et les veines se distinguent par la minceur de leurs parois et leur transparence. On les reconnaît facilement à leurs fibres musculaires transversales, peu nombreuses du reste.

Les nerfs à myéline sont nombreux ; ils se divisent et s'anastomosent en se portant vers les bulbes des plumes dans lesquels ils pénètrent et se terminent. D'autres divisions se perdent dans le derme.

Les nerfs gris sont plus nombreux encore. On les rencontre presque partout, se croisant, se divisant, s'unissant et se dirigeant vers les follicules des plumes, pour se perdre dans leurs parois et surtout dans les muscles si nombreux qui s'y attachent.

Ces muscles affectent chez les oiseaux une disposition bien différente de celle que nous avons observée chez les mammifères. Ils sont beaucoup plus nombreux. A chaque follicule se trouvent annexés de douze à quinze ou dix-huit muscles qui s'attachent par un petit tendon à sa surface, et qui s'étendent d'un follicule vers les follicules voisins. Nous avons vu que chez les animaux d'un ordre plus élevé, il existe en général un seul muscle pour chaque poil, et que ce muscle unique s'étend du follicule pileux vers la couche la plus superficielle du derme. Ici les muscles se fixent par leurs deux extrémités aux follicules des plumes. Ils ont donc pour usage bien manifeste de leur communiquer des mouvements qui permettent aux plumes de s'incliner en sens divers ; elles peuvent ainsi s'écarter, se rapprocher, se hérissier selon le jeu des muscles sous-jacents. En se portant d'un follicule vers les follicules adjacents, ils s'entre-croisent dans les intervalles qui les séparent. Les nerfs venus du grand sympathique leur sont spécialement destinés.

Le muscle peaucier ne semble pas se prolonger sur toute l'étendue du corps. Mais on le trouve constamment au-dessous de la peau du cou, qu'il entoure complètement depuis la tête jusqu'au thorax. Ce muscle se compose de faisceaux striés, de moyennes dimensions, parallèles, reconnaissables à leurs noyaux et à l'ensemble des attributs qui leur sont propres. Dans son épaisseur cheminent des nerfs à myéline, dont les tubes peuvent être suivis jusqu'à leur terminaison. On voit assez facilement les plaques dans lesquelles ils se rendent et très bien aussi leurs nerfs sensitifs constitués par des cylindraxes anastomosés.

Chez les palmipèdes, les gallinacés, les grimpeurs et chez tous les oiseaux, la peau ne s'arrête pas à l'origine du bec. Elle se prolonge avec ses divers éléments sur les deux mandibules jusqu'à leur extrémité libre, et mérite aussi par conséquent de fixer notre attention.

Chacune de ces mandibules est constituée par une charpente osseuse que la peau entoure complètement. Nous avons donc à étudier, d'abord le squelette du bec, puis la peau qui le recouvre.

A. *Squelette*. — Ce squelette se compose de deux os, dont l'un beaucoup plus important, appartient à la mandibule supérieure, et l'autre à la mandibule inférieure. Je les désignerai sous le nom de maxillaires, leur forme rappelant celle que présentent ces os chez l'homme et les quadrupèdes.

Le *maxillaire supérieur* s'étend à toute la longueur et à toute la largeur de la mandibule dont il représente la charpente. C'est lui qui lui donne sa forme, sa résistance, et toutes les propriétés physiques qui lui étaient utiles pour la destination qu'elle remplit. A son extrémité terminale, arrondie, il se descend au-devant du maxillaire inférieur et le recouvre. Il est creusé de deux canaux longitudinaux et parallèles

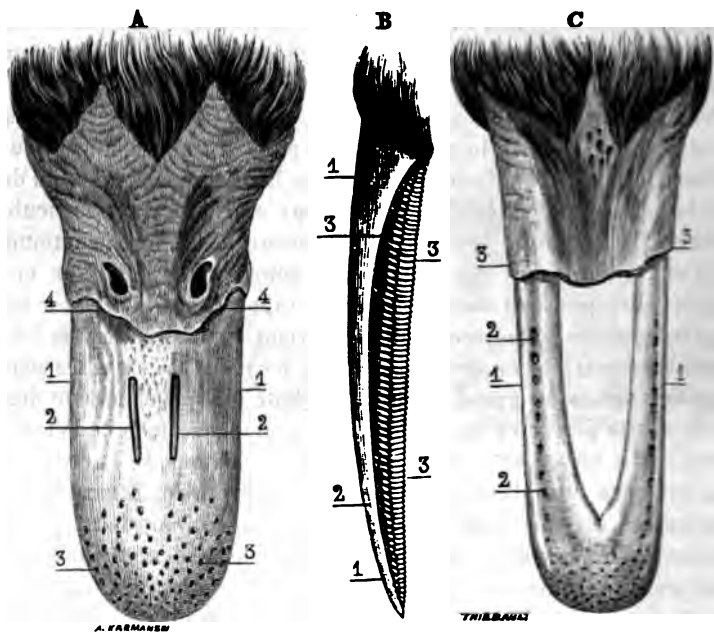


FIG. 199. — Os maxillaires du bec du canard.

A. *Os maxillaire supérieur*. — 1, 1, face supérieure ou convexe de cet os. — 2, 2, canaux contenant les troncs nerveux qui viennent se ramifier à l'extrémité du bec. — 3, 3, orifices par lesquels sortent les ramuscules qui se rendent aux corpuscules de Pacini. — 4, 4, coupe de la peau au-dessous de l'orifice des narines.

B. *Os maxillaire inférieur vu par sa partie latérale gauche*. — 1, 1, face supérieure ou convexe de l'os. — 2, 2, rangée supérieure des crêtes. — 3, 3, rangée inférieure composée de crêtes plus courtes, mais plus nombreuses que les précédentes.

C. *Os maxillaire inférieur*. — 1, 1, ses deux branches. Chacune d'elles est creusée d'un long canal contenant un tronc nerveux. — 2, 2, orifices par lesquels sortent les ramuscules nerveux qui viennent se terminer dans les corpuscules des crêtes. — 3, 3, coupe de la peau qui recouvre le maxillaire.

très rapprochés de la ligne médiane et s'étendant jusqu'à son extrémité libre sur laquelle ils s'ouvrent par de nombreux orifices. Ces canaux renferment chacun un gros nerf, destiné à la peau de la face dorsale.

Le maxillaire inférieur, de forme parabolique, se compose de deux longues branches qui se recourbent et se soudent en avant. L'une et l'autre de ces branches offrent sur leur face interne un conduit qui en parcourt toute l'étendue et qui contient aussi un gros tronc nerveux dont les divisions se répandent dans l'enveloppe cutanée.

Chacun de ces os est constitué par un tissu absolument semblable à celui qui forme le squelette de tous les vertébrés. Sur une mince lamelle, vue au microscope, on remarque dans ce tissu d'innombrables ostéoplastes et des canalicules de Havers.

Le squelette du bec est recouvert sur sa face externe par un prolongement des téguments qui ne diffère de la peau des autres parties du corps que par quelques caractères d'importance secondaire.

B. Peau qui recouvre les mandibules. — Ce prolongement cutané est remarquable par son épaisseur, par sa couleur brune, par le grand développement des nerfs qu'il reçoit, par la présence de nombreux corpuscules de Pacini et par son exquise sensibilité.

L'épiderme se compose de cellules planes, à contour polygonal, formant un très grand nombre de plans superposés. Les cellules des plans superficiels sont dépourvues de noyaux; celles des plans profonds possèdent seules un noyau. Ce sont ces cellules profondes qui président au développement de la couche épidermique; c'est de leur dédoublement incessant que résultent la grande épaisseur de celle-ci et la rénovation incessante aussi de ses plans superficiels.

Le derme est très adhérent au tissu osseux et d'une densité qui rappelle celle du cartilage. Sur chacune des parties latérales de la mandibule inférieure, il présente des crêtes verticales et parallèles, disposées sur deux rangées d'égale longueur et s'élevant pour la rangée supérieure à une cinquantaine environ et, pour l'inférieure, à un chiffre presque double (fig. 199, B).

Dans ce derme, d'une densité cartilagineuse, cheminent des faisceaux de tissu conjonctif très évidents et des vaisseaux sanguins de l'ordre des capillaires pour la plupart. Sur l'extrémité terminale de la mandibule supérieure, ces capillaires sont si nombreux et si développés que, lorsqu'on décolle le derme, leur déchirure est suivie d'un épanchement sanguin. Dans son épaisseur existent un grand nombre de cellules pigmentaires étoilées qui lui donnent sa couleur d'un brun sombre.

Mais le derme appelle surtout l'attention par ses nerfs et ses corpuscules de Pacini. Les nerfs émanent de dix troncs, très volumineux, huit pour la mandibule supérieure, deux pour la mandibule inférieure.

Les troncs destinés à la mandibule supérieure se distinguent en supérieurs ou dorsaux au nombre de quatre, et inférieurs ou buccaux au nombre de quatre également. Les deux troncs dorsaux médians occupent chacun un canal osseux se dirigeant d'arrière en avant; ils sont accompagnés l'un et l'autre par une artère et une veine. Les troncs buccaux, d'un volume égal à celui des précédents, se divisent aussi en médians et latéraux. Les premiers se portent directement en avant, les seconds se dirigent obliquement dans le même sens.

Les deux gros troncs de la mandibule inférieure se portent aussi vers l'extrémité libre du bec; ils sont logés dans un conduit osseux qui suit la direction de chacune des deux branches du maxillaire.

Dans leur trajet, tous ces troncs nerveux se divisent et subdivisent, en s'anastomosant, d'où la formation d'un très riche réseau occupant l'épaisseur du derme.

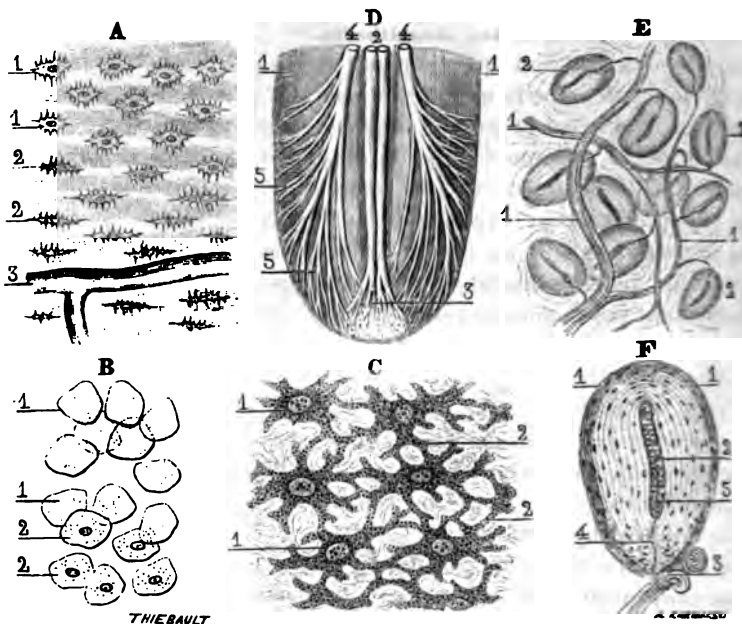


FIG. 200. — Parties constituantes du bec des palmipèdes (canard).

A. *Ostéoplastes et canalicules vasculaires des os maxillaires.* — 1, 1, ostéoplastes situés entre les canalicules de Havers. — 2, 2, ostéoplastes plus allongés qui entourent ces canalicules. — 3, un de ces canalicules.

B. *Cellules de l'épiderme de la peau du bec.* — 1, 1, cellules de la couche cornée très épaisse. — 2, 2, cellules de la couche muqueuse très mince et toutes pourvues d'un noyau.

C. *Cellules pigmentaires ramifiées et anastomosées, situées dans l'épaisseur de derme.* — 1, 1, cellules pigmentaires remplies de chromatocytes et possédant un

Où vont les dernières ramifications de ce réseau? Elles se rendent chacune dans un corpuscule de Pacini. Autant de tubes nerveux, autant de corpuscules; c'est dire que le nombre de ces corpuscules est presque incalculable. Ils forment quatre principaux groupes, deux supérieurs et deux inférieurs.

Les deux groupes supérieurs diffèrent beaucoup par leur siège: l'un est situé à l'extrémité libre de la mandibule que recouvre un très beau réseau de troncs et troncules nerveux. L'autre occupe la face concave ou buccale de cette mandibule. Les deux groupes de la mandibule inférieure se voient dans l'épaisseur de ses crêtes. Chacune de celles-ci en contient une centaine; et, comme il existe deux séries de crêtes, on voit que pour un côté seulement le nombre des corpuscules serait de quinze mille environ, de trente mille pour ses deux moitiés, de quarante-cinq à cinquante mille pour la totalité du bec.

Sur aucune autre région, dans aucun autre vertébré, ces corpuscules ne se montrent en telle abondance. De ce fait nous pouvons conclure que le bec des palmipèdes est doué d'une excessive sensibilité; égale au moins et peut-être supérieure à celle de nos doigts. Leurs mandibules ne représentent pas seulement un organe de préhension; elles constituent, en outre, un organe de tact, et très probablement aussi un organe du goût, les corpuscules sous-cutanés agissant comme organes tactiles, et les corpuscules sous-muqueux ou buccaux comme organes gustatifs.

La nature, en accordant aux palmipèdes un si grand privilège, a-t-elle déshérité les autres membres de cette immense famille? Non; ce qu'elle a fait pour ceux-ci, elle l'a fait également pour tout l'embranchement des oiseaux. Le bec des gallinacés ne diffère pas de celui des palmipèdes; j'ai constaté sur leurs mandibules la même constitution, la même abondance de nerfs, la même abondance de corpuscules de Pacini. Ce que j'ai vu chez les gallinacés, je l'ai vu également chez les grimpeurs et aussi chez les échassiers, particulièrement sur le long bec de deux

noyau qui en occupe le centre. — 2, 2, prolongements ramifiés et anastomosés de ces cellules.

D. Nerfs qui viennent se terminer dans la peau recouvrant le maxillaire supérieur. — 1, 1, os maxillaire supérieur. — 2, les deux troncs situés à droite et à gauche de la ligne médiane; ils viennent se terminer dans les corpuscules qui recouvrent en grand nombre le sommet du bec. — 3, leurs divisions terminales sortant par les orifices que présentent le sommet du maxillaire supérieur. — 4, 4, les deux troncs nerveux latéraux. — 5, 5, leurs divisions terminales.

E. Nerfs et corpuscules de Pacini situés sous la peau qui recouvre le sommet du bec. — 1, 1, 1, divisions nerveuses. — 2, 2, 2, corpuscules de Pacini.

F. Un corpuscule de Pacini isolé et vu à un plus fort grossissement. — 1, 1, corpuscule. — 2, sa cavité centrale, dont les parois sont tapissées par une couche de cellules endothéliales. — 3, nerf qui vient se terminer dans le corpuscule. — 4, son cylindre. — 5, sa partie terminale occupant l'axe de la cavité centrale.

hérons qu'a bien voulu me faire remettre l'éminent directeur du Muséum d'histoire naturelle, M. A. Milne-Edwards. Ne pouvant entrer ici dans de plus amples détails sur ce point si intéressant d'histologie, je m'arrête en concluant :

1° Que chez tous les oiseaux le bec se compose d'un squelette recouvert par un prolongement de la peau ;

2° Que chez tous ce prolongement cutané est riche en nerfs ;

3° Que chez tous le bec est pour eux un organe de préhension, un organe tactile et très probablement aussi un organe de goût.

CHAPITRE IV

SYSTÈME CUTANÉ DES REPTILES ET DES BATRACIENS

Si la peau se modifie beaucoup en passant des mammifères aux oiseaux, elle ne se modifie pas moins en passant de ceux-ci aux reptiles.

Dans cette troisième classe de vertébrés nous retrouvons encore cependant les deux couches fondamentales de toute enveloppe cutanée, le derme et l'épiderme.

Mais une modification importante se produit : les cellules conjonctives du derme se transforment en grandes cellules pigmentaires, se ramifiant et s'anastomosant par leurs prolongements. Ces cellules sont remplies de chromoleucytes de deux ordres, les uns bruns ou noirs, les autres de teinte jaunâtre. Les premiers entourent les noyaux et occupent le point de départ des prolongements ; les seconds se voient dans la partie terminale des prolongements ; mais leur teinte et la part qu'ils prennent à la constitution des cellules sont extrêmement variables.

Déjà nous avons vu la peau des mandibules emprunter sa coloration à des cellules semblables, mais ce qui ne se produit que sur un point du corps chez ces vertébrés s'étend à toute la surface de la peau dans les reptiles, les batraciens et les poissons.

Peau des sauriens. — L'épiderme chez les sauriens et les ophidiens se compose aussi de deux couches bien distinctes : d'une couche superficielle ou cornée, et d'une couche profonde ou muqueuse.

Sur le lézard, que j'ai pris comme type des sauriens, la couche superficielle comprend deux plans de nature et d'origine différentes, mais étroitement soudés et en réalité confondus.

Le plan superficiel représente la couche cornée proprement dite : il est formé de grandes cellules plates et arrondies, ou ovoïdes.

dans lesquelles on ne rencontre aucune trace de noyaux. Le plan profond est représenté par la couche amorphe de l'épiderme des mammifères, qui avait presque disparu chez les oiseaux, et qui reparait chez les reptiles, en prenant soudainement une plus grande épaisseur et une plus grande importance. Cette couche amorphe ou membrane basale qui était située au-dessous de la couche muqueuse chez les vertébrés supérieurs se trouve donc située au-dessus de celle-ci chez les reptiles; elle adhère si étroitement à la couche cornée que les deux couches se confondent.

La couche muqueuse présente ses caractères ordinaires. On la reconnaît sans peine à ses cellules contenant chacune un noyau.

FIG. 201.

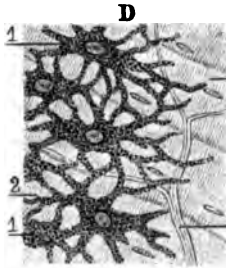
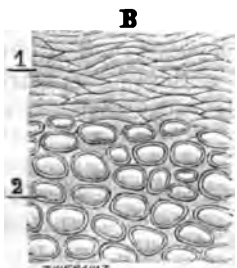
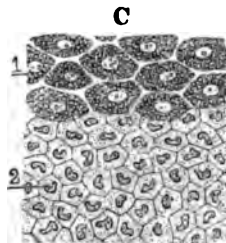
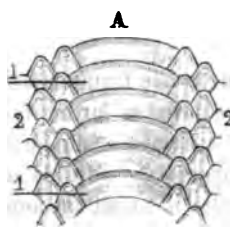
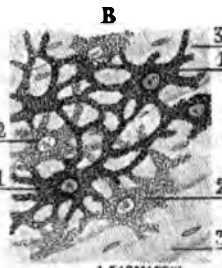
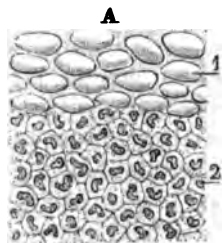


FIG. 202.



Peau des reptiles.

FIG. 201. — Peau des ophidiens (couleuvre). — A. 1, 1, écailles de la face inférieure du corps, allongées dans le sens transversal et quadrilatères. — 2, 2, écailles des faces latérales et supérieure, beaucoup plus petites.

B. *Lame amorphe et couche cornée.* — 1, lame amorphe. — 2, cellules cornées soudées à cette couche.

C. *Couche muqueuse.* — 1, grandes cellules à noyau. — 2, petites cellules nucléées dont les chromoleucytes sont moins développés.

D. *Derme de la peau.* — 1, 1, grandes cellules du tissu conjonctif, ramifiées et anastomosées. — 2, couche musculaire à fibres striées. — 3, fillet nerveux cheminant au milieu de ces fibres et se terminant dans leur épaisseur.

FIG. 202. — A. *Epiderme des sauriens* (lézard). — 1, cellules de la couche cornée, soudées à la couche amorphe. — 2, cellules de la couche muqueuse.

B. *Derme.* — 1, 1, grandes cellules du tissu conjonctif ramifiées et anastomosées. — 2, 2, cellules semblables contenant des chromoleucytes jaunes. — 3, 3, faisceaux musculaires à fibres striées.

Plus profondément, on aperçoit le derme avec ses faisceaux conjonctifs pâles et mous, avec ses vaisseaux et ses nerfs. Au milieu de tous ces éléments se montrent de grandes cellules pigmentaires desquelles partent des prolongements de toutes dimensions et de toute forme. De l'anastomose de ceux-ci résulte un réseau à mailles si serrées qu'elles voilent presque tout ce qui se trouve compris dans leurs intervalles.

Plus profondément encore se montre un très beau muscle peaucier et des nerfs à myéline très faciles à suivre jusqu'à leur terminaison.

Peau des ophidiens. — Chez les ophidiens et particulièrement chez la couleuvre, on retrouve les mêmes couches, semblablement disposées: superficiellement la couche cornée et la couche amorphe, inséparables aussi; au-dessous, la couche muqueuse; puis le derme constitué comme chez les sauriens et contenant aussi d'innombrables cellules pigmentaires.

Chez les serpents, la couche superficielle se renouvelle fréquemment. Mais pendant que la mue se prépare, d'autres cellules se forment au-dessous de la couche qui va tomber, et, lorsque l'animal s'en dépeuple, la surface de son corps est déjà en partie recouverte de cellules cornées qui le protègent contre l'évaporation à laquelle il aurait succombé s'il n'avait plus que sa couche de cellules nucléées très perméable aux liquides. Cette couche impénétrable aux liquides, qui avait presque disparu chez les oiseaux, reparait donc dans tous les reptiles pour lesquels elle devenait d'une absolue nécessité. Mais passons aux batraciens et aux poissons, et elle va disparaître encore, ceux-ci habitant un milieu dont ils n'ont pas à redouter l'influence.

Peau des batraciens. — La peau qui s'était beaucoup amincie chez les oiseaux, qui conserve également une grande minceur chez la plupart des reptiles, devient plus mince encore chez les batraciens.

Le derme de ces vertébrés est coloré aussi; et il est redevable de sa coloration aux cellules pigmentaires situées en grand nombre dans son épaisseur. Elles contiennent pour la plupart des chromoleucytes de deux couleurs principales, les uns de teinte jaune, les autres de teinte sombre, ou tout à fait noire. Ces deux sortes de chromoleucytes occupent le plus habituellement des cellules différentes; mais celles-ci souvent aussi se continuent par leurs prolongements anastomosés, en partie au moins. De là des aspects très divers pour les diverses régions. Dans ce même derme existent un grand nombre de follicules ou glandes muqueuses, très simples et très apparentes, qui s'ouvrent à la surface de la peau par un orifice circulaire. Leur cavité est tapissée par un épithélium cylindrique.

L'épiderme se réduit à sa plus grande simplicité. Il est représenté par une couche épithéliale, transparente, que forment des cellules

nucléées et polygonales se juxtaposant par leurs bords. En soumettant la peau à l'action des acides très dilués, cette couche épithéliale se détache après quelques jours d'immersion ; et l'on peut reconnaître alors qu'elle est incolore et ne contient aucun vestige de chromoleucytes.

Ainsi recouverte d'une couche perméable à tous les liquides, se laissant traverser avec la même facilité par les liquides de l'économie et par les liquides du dehors, les batraciens ne peuvent habiter que des lieux humides et des marécages dans lesquels l'évaporation qui s'opère à la surface de leur corps est peu abondante ; et, lorsqu'ils ont perdu une certaine quantité du liquide de leur organisme, ils la récupèrent en se plongeant dans l'eau, leur épithélium nucléé se laissant traverser alors par le milieu ambiant.

CHAPITRE V

SYSTÈME CUTANÉ DES POISSONS

Dans cette dernière classe de vertébrés, l'étude de la peau se complique de l'apparition d'un élément nouveau qui tient une place fort importante dans leur système cutané et qui le caractérise essentiellement. Leur corps est recouvert d'écaillés, dirigées d'avant en arrière, s'imbriquant et se recouvrant en grande partie. Décrire leur peau, c'est surtout faire l'histoire de ces écaillés qui en représentent l'élément principal et qui se trouvent en connexions intimes avec tous les autres.

Le derme chez les poissons n'existe plus qu'à l'état de simple vestige. Les faisceaux conjonctifs qui le constituent n'ont pas disparu, mais semblent sur le point de disparaître. Au milieu de ces rares faisceaux, d'une mollesse extrême, cheminent des vaisseaux et surtout des nerfs remarquables par leur volume et leur abondance.

Dans ce derme se voient aussi des cellules pigmentaires, qui affectent toutes les dimensions, toutes les formes et toutes les colorations possibles. Sur certains points, elles offrent à peine quelques traces de prolongements ; sur d'autres, elles présentent des prolongements simples ou divisés, et même ramifiés, mais restent indépendantes et parfois assez espacées ; sur d'autres, elles sont si ramifiées et si anastomosées qu'une aiguille passerait à peine dans leurs intervalles. Leurs variétés touchent à l'infini ; elles échappent à toute description.

Si le derme se réduit à l'état de vestige, l'épiderme se réduit plus encore ; il disparaît. C'est en vain qu'on en cherche quelques traces,

quelques derniers débris. Cette couche si importante de la peau, cette couche imperméable aux liquides de l'organisme et qui joue ainsi un rôle si utile, on ne se résigne pas sans peine à la pensée qu'elle a réellement cessé d'exister; on redouble d'efforts pour en découvrir un simple rudiment, et ce rudiment se dérobe.

Le derme cependant n'est pas livré sans protection au milieu ambiant; alors quel est cet organe protecteur? Cet organe est un élément nouveau: ce sont les écailles. Elles prennent la place de l'épiderme; elles le remplacent sur toute l'étendue de la surface du corps. Quelques auteurs, cependant, seraient disposés à penser qu'il se fluidifie au moment de son incessante production, et qu'en se transformant en une sorte de vernis glaireux, il communique à l'enveloppe cutanée ce poli parfait qui la rend si glissante et qui devient pour l'animal un moyen de protection, ce vernis lui permettant de se dérober sans peine au moindre contact.

Mais cette fluidification est une simple hypothèse que rien ne con-

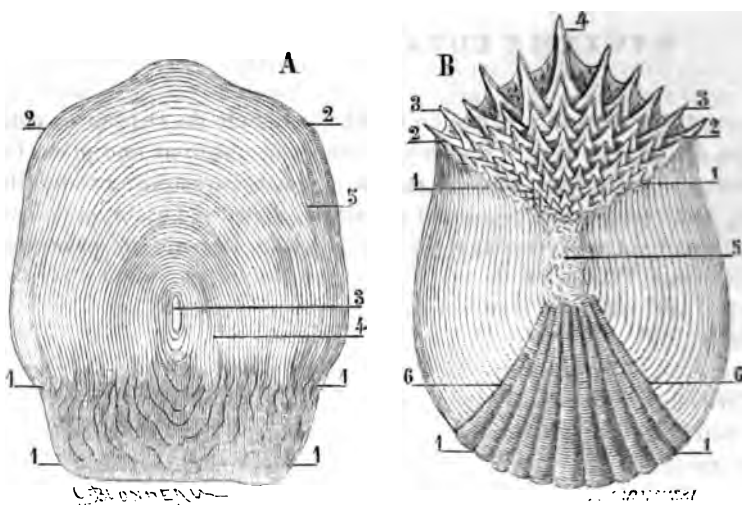


FIG. 203. — Écailles des poissons.

A. *Écaille cycloïde* (saumon). — 1, 1, 1, 1, partie antérieure ou adhérente de l'écaille, transversale et rectiligne. — 2, 2, son bord postérieur, convexe. — 3, anneau central de l'écaille. — 4, anneaux qui partent du centre en s'élargissant de plus en plus. — 5, anneaux périphériques.

B. *Écaille cténoïde* (sole). — 1, 1, 1, 1, sa partie antérieure libre recouverte par la peau. — 2, 2, sa partie postérieure découverte et ornée d'une riche sculpture; cette sculpture est représentée par des dents à pointe postérieure. — 3, 3, rangée des dents terminales au nombre de neuf. — 4, dent terminale médiane, débordant toutes les autres. — 5, partie centrale de la face externe de l'écaille. — 6, 6, sa partie postérieure rappelant la forme d'un éventail entr'ouvert.

ferme ; car, si elle reposait sur une base réelle, on devrait surprendre à leur naissance quelques-unes de ces cellules embryonnaires, et c'est en vain qu'on tente de les saisir à leur apparition. Il faut donc reconnaître que la couche cornée et la couche muqueuse, jusque-là si faciles à voir, disparaissent radicalement chez les poissons. Reste la couche amorphe qui, à peine perceptible chez les animaux supérieurs, prend soudainement chez les poissons un tel développement qu'on a peine à la reconnaître ; des trois couches primitives de l'épiderme c'est elle cependant, et elle seule, qui persiste.

Considérée chez les poissons, la peau, en définitive, ne comprend donc que deux principaux éléments, le derme et les écailles.

Le derme, comme celui des reptiles, est très mince, et très adhérent, mais dépourvu de muscle peucier. Il se compose de faisceaux conjonctifs, peu résistants, au milieu desquels serpentent quelques fibres élastiques très fines, des vaisseaux et des nerfs. Parmi ces divers éléments les divisions nerveuses sont remarquables aussi par leur

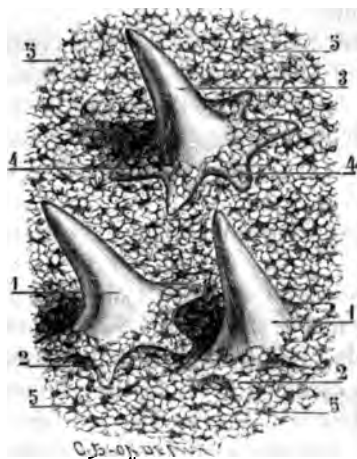


FIG. 204. — Peau des poissons cartilagineux (raie).

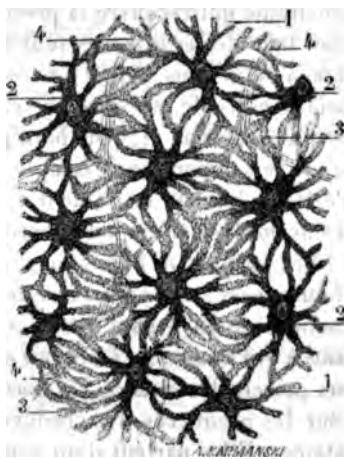


FIG. 205. — Peau des poissons osseux (sole).

FIG. 204. — 1, 1, partie saillante des écailles de forme irrégulièrement pyramidale. — 2, 2, base de ces écailles composée de cinq branches conoïdes et divergentes solidement implantées dans le derme. — 3, une autre écaille semblable aux précédentes. — 4, 4, sa base en partie recouverte aussi par le derme. — 5, 5, 5, 5, cellules pigmentaires du derme, extrêmement nombreuses, toutes ramifiées et anastomosées.

FIG. 205. — 1, 1, grandes cellules pigmentaires, tenant la place des cellules conjonctives et en remplissant les attributions. — 2, 2, corps de ces cellules dans lequel on remarque un gros noyau. — 3, 3, leurs prolongements ramifiés et anastomosés contenant des chromoleucocytes jaunes, tandis que ceux de la partie centrale offrent une couleur brune ou tout à fait noire.

nombre et leur volume. En descendant l'échelle des vertébrés la sensibilité de l'enveloppe tégumentaire ne s'affaiblit pas. Elle reste très vive chez les oiseaux, très vive aussi chez les reptiles, non moins vive chez les poissons qu'elle renseigne parfaitement sur tout ce qui les entoure. Malgré les écailles qui la recouvrent, elle ne paraît pas inférieure sous ce point de vue à celle de l'homme et des mammifères.

Les écailles représentent une simple modification de la couche amorphe de l'épiderme des vertébrés supérieurs. En se transformant, cette couche s'épaissit et se découpe en une multitude de petites lamelles, de forme irrégulièrement arrondie, se dirigeant toutes d'avant en arrière, et se recouvrant à la manière des tuiles d'un toit, de telle sorte que chacune d'elles voile plus ou moins celle qui lui succède. De cette imbrication parfaite résulte une surface unie, d'autant plus glissante qu'elle est convexe et recouverte d'une couche invisible de nature spéciale, qui la rend presque insaisissable et qui paraît n'être qu'une dépendance de la couche amorphe. Celle-ci comprend en réalité deux couches, l'une principale et solide, les écailles; l'autre accessoire et semi-fluide qui recouvre la précédente.

Ces lamelles écailleuses sont logées dans un repli du derme, comparable à celui dans lequel se trouvent enchâssés nos ongles. Dans un grand nombre de poissons, le repli auquel elles adhèrent les recouvre presque entièrement; leur bord postérieur est seul libre. Dans d'autres, comme le saumon, par exemple, il les recouvre à peine, de telle sorte qu'elles se laissent facilement détacher.

Leur bord antérieur ou adhérent est presque rectiligne; le postérieur ou libre est plus ou moins convexe.

Leurs faces sont recouvertes de ciselures si variées et si admirablement dessinées qu'un artiste dans ses moments de fantaisie aurait quelque peine à les imaginer. Elles ont conduit les naturalistes à les diviser en deux principales classes, les *écailles cycloïdes* et les *écailles cténoïdes*.

Sur les premières, les ciselures décrivent des courbes circulaires ou ovalaires. Elles partent d'un centre. Les plus centrales sont petites et très rapprochées; les suivantes s'allongent de plus en plus en s'écartant davantage; telles sont les écailles du saumon (fig. 203, A).

Sur les secondes, les ciselures ne s'étagent pas autour d'un centre; elles affectent une disposition beaucoup plus variée. Le plus souvent elles s'allongent du bord adhérent vers le bord libre. Comme sur les précédentes, elles restent toujours plus simples en avant, mais s'enrichissent beaucoup sur leur bord postérieur. Chez la sole, on voit sur ce bord postérieur toute une architecture fort compliquée, consistant en une série d'ogives, dont les postérieures se terminent par de longues dents qui font saillie à la surface du corps (fig. 203, B).

Entre ces deux principales classes d'écailles on rencontre chez les poissons osseux des formes intermédiaires, sur lesquelles les ciselures décrivent des courbures à concavité antérieure, et qui peuvent être considérées comme des écailles semi-cycloïdes.

En outre, parmi les poissons osseux, il en est qui se recouvrent d'écailles *ganoïdes* pénétrées de sels calcaires; tels sont les esturgeons et quelques autres; tels étaient surtout ces poissons si remarquables des temps primaires, et plus particulièrement de l'époque silurienne, pendant laquelle les mers recouvraient encore presque toute la surface des continents.

Chez les poissons cartilagineux de l'ordre des *sélaciens* ou *plagiostomes*, les écailles affectent une tout autre forme. Elles sont plus petites, plus espacées, toutes indépendantes et semblables à des papilles rigides, plus ou moins saillantes et spiniformes. Chacune d'elles est représentée par une base, étoilée à cinq ou six branches, du centre de laquelle surgit une branche plus longue, conoïde, qui fait saillie à la surface de la peau et qui lui communique un aspect rugueux. Toutes ces écailles de nature calcaire aussi sont solidement incrustées par leur base dans l'épaisseur du derme auquel elles adhèrent. On peut en prendre une notion très exacte et très complète sur la raie, dont elles occupent la face dorsale; elles prennent surtout un très grand développement sur son appendice caudal, que recouvrent de longues épines à pointes très aiguës (fig. 204).

CHAPITRE VI

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE SYSTÈME CUTANÉ DES VERTÉBRÉS

Lorsqu'on descend des vertébrés supérieurs aux inférieurs, on voit se produire en passant de l'une à l'autre classe de très nombreuses modifications. Quelques-unes par leur plus grande importance appellent plus spécialement notre attention.

En comparant les cinq classes, un premier fait général se dégage de ce parallèle. Le derme d'abord, si épais, si résistant, si élastique, s'amincit de plus en plus, et n'est plus que l'ombre de lui-même dans tous les vertébrés inférieurs. L'épiderme si nettement caractérisé chez les mammifères perd sa couche cornée chez les oiseaux et chez les batraciens, puis disparaît complètement dans les poissons. Les deux couches fondamentales de la peau montrent donc une tendance de plus

en plus grande à s'amoindrir dans leur épaisseur, dans leurs principaux éléments et dans leur importance primitive.

Pendant que ces deux couches se dégradent progressivement, les cellules de la couche muqueuse de l'épiderme semblent se déplacer; elles émigrent des parties superficielles vers les parties profondes de l'enveloppe cutanée, puis surgissent de ces parties profondes vers la périphérie de l'organisme sous des formes nouvelles, sous la forme de poils, de plumes et d'écailles, en sorte que la couche épidermique, ainsi transformée, pourrait nous conduire à diviser les vertébrés en *pilifères*, *plumifères*, *écaillifères*. A ces trois classes caractérisées chacune par la transformation des cellules de la couche muqueuse et la prédominance de ses éléments sur tous les autres, viendrait s'en ajouter une quatrième représentée par les reptiles et les batraciens chez lesquels le derme et l'épiderme conservent en partie leur proportion, leur disposition et leur importance primitive.

Les premiers ou *pilifères*, parmi lesquels se rangent presque tous les mammifères, possèdent un épiderme composé d'une couche muqueuse et d'une couche cornée; mais ces deux couches ne comprennent qu'un nombre bien minime de cellules. Celles qui forment les poils sont incomparablement plus multipliées; réunies, elles constituent une masse infiniment supérieure; ce sont elles qui protègent l'animal contre les injures des corps extérieurs et contre les variations de la température. Celles de l'épiderme ont surtout pour attribution de leur donner naissance; elles en sont l'origine, les organes producteurs. Leur destination réelle, c'est de les produire; et telle est aussi celle de tous les autres éléments du derme: les vaisseaux apportent les sucs aux dépens desquels se développent les poils; les nerfs communiquent la sensibilité à la pulpe qui leur sert de base; le système pileux, en un mot, c'est la peau des vertébrés supérieurs. Seul l'homme possède une peau proprement dite; elle reste pour lui seul un manteau sensible et protecteur; ce rôle chez les pilifères appartient aux poils.

Chez les *plumifères*, les plumes remplacent les poils. Elles remplissent les mêmes attributions, les remplissent mieux encore; et à cette grande fonction elles en ajoutent une seconde, celle d'organes locomoteurs. Si la peau chez les mammifères se résume dans le système pileux, elle subit dans les oiseaux une transformation plus complète; les plumes deviennent pour eux une cuirasse légère et tout aérienne qui les protège admirablement contre les funestes influences des milieux ambiants.

Chez les premiers, bien que tous les autres éléments du tégument externe soient subordonnés aux poils, bien qu'ils existent pour ces appendices, on les retrouve cependant avec leurs principaux attributs; ils subissent seulement une réduction sensible dans leurs dimensions

et leur importance; et plus le système pileux se développe, comme chez les rongeurs, plus cette décroissance s'accuse, plus la peau tend à disparaître pour céder sa place aux poils qui la recouvrent.

Chez les seconds, au contraire, le derme et l'épiderme n'existent plus qu'à l'état de vestiges; le derme est une simple pellicule, et l'épiderme une pellicule plus mince encore; de la peau il ne reste plus que les éléments absolument nécessaires pour la production des plumes. Les vaisseaux semblent se réfugier dans leurs bulbes où ils acquièrent un énorme développement; les nerfs très volumineux et abondants se rendent dans ces bulbes et dans les muscles qui les meuvent. De l'épiderme il ne reste qu'une mince couche de cellules nucléées jouant le rôle d'organe générateur. La subordination de tous les autres éléments de la peau à l'élément prédominant est ici plus évidente encore.

Chez les vertébrés qui se couvrent d'écailles c'est un phénomène du même ordre qui se produit. Mais la transformation est plus profonde et dérive d'un principe différent. Les cellules épidermiques ont disparu. Les cellules pigmentaires qui, chez les pilifères et les plumifères, avaient passé de l'épiderme dans les poils et les plumes passent dans le derme et ne l'abandonnent plus; elles exhalent un suc qui s'épanche dans les replis paraboliques de la peau et qui en se condensant donne naissance aux écailles. L'élément prédominant, qui était de nature épidermique et coloré dans les classes précédentes, est ici de nature amorphe et incolore.

Dans la quatrième classe, c'est-à-dire chez les reptiles et les batraciens, les éléments de la peau conservent une sorte d'équilibre; il n'y a plus d'élément dominateur auquel tous les autres se trouvent subordonnés. Les deux couches fondamentales de la peau se présentent avec les attributs qui leur sont propres. Elles sont minces l'une et l'autre, mais composées d'une trame conjonctive, de vaisseaux et de nerfs que recouvrent une couche muqueuse et une couche cornée. Leur peau se rapproche de celle de l'homme par la répartition plus égale de ses principes constitutifs.

Si, après avoir comparé le système cutané dans les cinq classes de l'embranchement des vertébrés, en nous bornant à signaler les principaux traits par lesquels ils se rapprochent et diffèrent, nous poursuivons ce parallèle au point de vue physiologique, nous remarquerons que toutes les dissemblances disparaissent, et que le sens du tact est partout également développé dans ce grand embranchement.

On est généralement disposé à penser, et presque tous les auteurs l'admettent, que le sens du tact est plus développé chez l'homme, et qu'il s'affaiblit en descendant la série animale. L'observation est loin de

confirmer cette opinion depuis si longtemps adoptée. Qu'on arrache un poil, une plume ou une écaille, l'animal par ses cris et son attitude exprime aussitôt une vive douleur.

Mais ce n'est seulement pas lorsqu'on les soumet à cette épreuve que les pilifères, les plumifères et les écaillifères se montrent si sensibles. Ils ne le sont pas moins au moindre attouchement sous quelque forme qu'il se produise; qu'une plume effleure les poils d'un mammifère, qu'un poil touche les plumes d'un oiseau, qu'un grain de sable tombe sur les écailles d'un poisson, aussitôt l'animal manifeste l'impression qu'il en reçoit; et plus on multiplie les expériences destinées à constater leur sensibilité, plus on reconnaît combien ils sont impressionnables aux moindres influences du dehors; cette impressionnabilité du reste s'explique bien par le grand développement et la grande abondance des divisions que les deux systèmes nerveux envoient à leur enveloppe cutanée; elle n'est pas moins sensible que la nôtre.

CHAPITRE VII

SYSTÈME CUTANÉ DES PLANTES

L'enveloppe que la nature a jetée sur le corps des animaux pour les protéger et les défendre contre les influences du dehors et contre l'évaporation des liquides qui prennent une si grande part à leur constitution, se retrouve sur les végétaux avec des caractères et des attributions analogues.

Mais ces caractères et ces attributions diffèrent un peu selon qu'on considère la racine, la tige ou les feuilles.

§ 1^{er}. — ENVELOPPE CUTANÉE DE LA RACINE.

La racine comprend trois parties très différentes: une partie initiale, toujours très courte, qui préside à l'allongement de cette partie du végétal; une partie villeuse très courte aussi et très rapprochée de la précédente qui préside à l'absorption de l'eau et des sels solubles; et une partie glabre, beaucoup plus longue, qui se continue par son extrémité supérieure avec la tige et qui joue à l'égard de celle-ci le rôle de support et de soutien.

La partie initiale qui s'allonge sans cesse et qui rencontre dans sa marche descendante des molécules solides de toute forme et de tout

nature ne pouvait progresser vers des couches plus profondes qu'à la condition d'être protégée contre les aspérités du sol. Une enveloppe conoïde, la *coiffe*, la recouvre et la protège en effet, en sorte que, malgré son extrême délicatesse, elle poursuit son cheminement en conservant toute son intégrité.

Cette enveloppe de quelques millimètres seulement est d'autant plus épaisse qu'elle répond à une partie plus rapprochée de son sommet. C'est donc autour de ce sommet qu'elle offre sa plus grande résistance et sa plus grande adhérence; en remontant vers la région des poils ou région absorbante, elle s'amincit de plus en plus et devient aussi de moins en moins adhérente, puis se termine avant d'atteindre cette seconde partie. Elle se compose de cellules disposées sur plusieurs

FIG. 206.

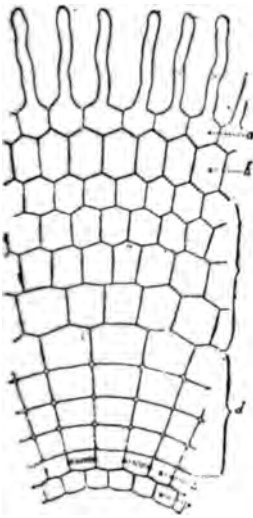
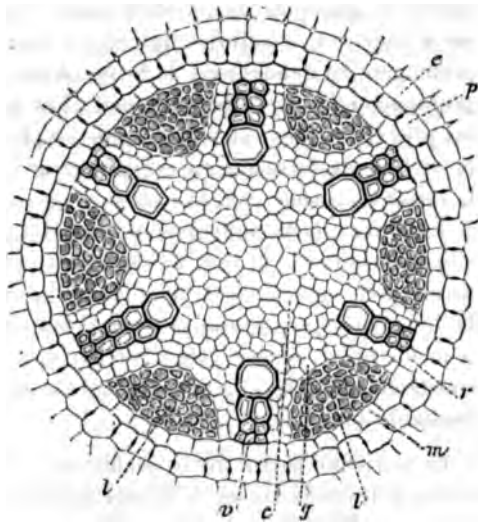


FIG. 207.



Sections transversales de la racine.

FIG. 206. — Section de l'épiderme et de l'écorce. — *a*, assise pilifère ne recouvrant qu'une très minime partie de la racine. — *b*, assise subéreuse recouvrant la presque totalité de la racine; elle est imprégnée de cutine et représente la couche cornée de l'épiderme des mammifères. — *c*, zone externe de l'écorce. — *d*, zone corticale interne; ces deux zones sont les analogues de la couche muqueuse. — *e*, endoderme. — *f*, péricycle.

FIG. 207. — Section du cylindre central. — *e*, dernière assise de la couche corticale interne. — *p*, endoderme. — *m*, *r*, péricycle. — *c*, tissu conjonctif se prolongeant entre les vaisseaux ligneux et libériens pour se continuer avec le péricycle. — *v*, vaisseaux ligneux formant un faisceau qui s'allonge de dehors en dedans. — *l*, vaisseaux libériens formant un faisceau qui s'allonge dans le sens transversal. (Ces deux figures sont empruntées au *Traité de botanique* de M. Van-Tieghem.)

couches et dépourvues de noyaux. Les plus superficielles, comme les plus profondes, sont entourées d'une enveloppe de cellulose surajoutée à leur membrane albuminoïde; mais elles sont imprégnées en outre d'une substance amorphe, dure, très résistante et imperméable, la *cutine*, qui leur communique le privilège de rester invulnérables au contact des molécules environnantes. Ces cellules cutinisées sont les analogues de la couche cornée des animaux. En protégeant le sommet de la racine contre les agents du dehors, elles s'opposent en outre à la sortie des liquides qu'elle contient et des principes assimilables qu'elle utilise pour son allongement.

La seconde partie de la racine, ou *région villose*, *région des poils*, *région absorbante*, reste toujours très rapprochée de la coiffe, quelle que soit la longueur de la racine. Dans la racine du blé qui peut atteindre jusqu'à un mètre de longueur, elle ne s'en trouve séparée que par un espace de quelques millimètres. Cette région des poils est elle-même assez courte. Les cellules qui répondent à sa couche superficielle se prolongent en dehors sous la forme d'un doigt de gant. Chacun de ces prolongements représente un poil. Les poils les plus inférieurs sont les plus courts, les suivants de plus en plus longs; et au delà de ceux-ci la surface de la racine en est dépourvue; la région villose offre donc la forme d'un cône dont la base se dirige en haut.

A mesure que la coiffe descend et s'éloigne de la région villose, d'autres poils se forment vers le sommet du cône et, pendant que ces nouveaux poils apparaissent, les plus longs et les plus anciens tombent; de là deux conséquences qui se renouvellent incessamment et toujours dans le même ordre: d'une part la région absorbante conserve une étendue constante; de l'autre la distance qui la sépare de la coiffe reste égale ou constante aussi.

La troisième partie de la racine ou sa partie glabre diffère d'abord très peu des deux autres. A mesure qu'elle s'allonge, elle devient de plus en plus prédominante et, lorsqu'elle atteint une grande longueur, elle en forme la presque totalité. C'est de cette troisième partie que naissent les racines de second et de troisième ordre par des bourgeons qui partent de son contour en procédant de haut en bas. Toutes ces racines secondaires, tertiaires et toutes les radicules qui en dépendent, offrent la même structure; il nous suffira donc d'étudier l'enveloppe cutanée de la racine primordiale.

Cette enveloppe est l'écorce de la racine. Elle entoure le cylindre central qui nous est connu (p. 84). Voyons comment est constituée l'écorce qui est pour nous l'analogue de la peau.

L'écorce de la racine, dans toute la partie qui s'étend de la région des poils à l'origine de la tige, se compose de cellules formant plusieurs

couches ou assises superposées. En procédant de dehors en dedans, on rencontre : 1° une couche externe ou superficielle; 2° une série de couches concentriques qui forment la *zone externe* de l'écorce; 3° une seconde série d'assises concentriques qui forment sa zone interne; 4° une dernière couche qui entoure immédiatement le cylindre central, c'est l'*endoderme* (fig. 206).

La *couche superficielle* est formée de grandes cellules quadrilatères, plus allongées dans le sens de la circonférence que dans le sens radial et dépourvues de noyau. Celle de leurs facettes qui regarde en dehors offre plus d'épaisseur; elle est pénétrée aussi de cutine. Ainsi cutinisée, toutes les facettes externes de cette première couche sont reliées entre elles et comme recouvertes d'une sorte d'armature. Elle peut être considérée comme l'analogue de la couche cornée; car elle en possède le caractère principal et en remplit tous les usages.

Les facettes latérales de cette même assise adhèrent les unes aux autres plus fortement que la facette profonde aux cellules sous-jacentes, en sorte que la couche superficielle se laisse assez facilement détacher des cellules qu'elle recouvre.

La *couche externe de l'écorce* se compose de plusieurs couches ou assises concentriquement disposées, dont les cellules sont d'autant plus épaisses qu'elles sont plus profondes. Chacune de ces cellules est pourvue de ses trois éléments, mais dépourvue en général de chromolécytes.

La couche interne se compose aussi de plusieurs assises dont les cellules sont à la fois concentriquement et radialement disposées. Toutes sont nucléées aussi et diminuent d'épaisseur en devenant plus profondes. En s'ajoutant aux précédentes, elles forment une couche totale comparable à la couche muqueuse de l'épiderme des animaux.

L'*endoderme* qui sépare l'écorce du cylindre central est constitué sur le même type que la couche superficielle. Sa face profonde est imprégnée aussi de cutine qui remonte un peu sur ses facettes latérales. Immédiatement appliquée au péricycle et très rapprochée par conséquent des faisceaux libéro-ligneux, cette couche profonde semble avoir pour destination de protéger l'appareil vasculaire de la plante. Elle n'a pas d'analogue dans le règne animal.

§ 2. — ENVELOPPE CUTANÉE DE LA TIGE.

Cette enveloppe comprend aussi une assise superficielle, l'*épiderme*, et plusieurs assises sous-jacentes qui forment l'écorce de la tige.

L'assise superficielle ne diffère pas sensiblement de celle de la racine. Elle se compose aussi d'une seule rangée circulaire de cellules, transversalement allongées et aplaties dont la facette externe est fortement

cutinisée. Une étude attentive de cette facette externe démontre que l'enveloppe cellulosique à ce niveau est formée de trois plans : 1° d'un plan externe exclusivement composé de cutine, c'est la *cuticule* ; 2° d'un second plan ou plan moyen en voie de cutinisation et finement granuleux ou *couche cutinifère*, qui se continue avec le précédent dont elle diffère seulement par sa moindre résistance ; 3° d'un plan profond constitué par la partie externe de l'enveloppe de cellulose.

Ainsi, pour protéger la tige et toutes ses divisions, de même que pour protéger la racine et toutes les racelles, une seconde enveloppe est ajoutée à l'enveloppe albuminoïde, et en outre cette seconde enveloppe se dédouble et sa couche superficielle en s'épaississant et en se transformant devient imperméable et invulnérable.

La cutine en s'étendant sur les assises de la couche superficielle les relie entre elles très solidement ; elle pénètre en partie aussi dans leurs facettes latérales qu'elle unit les unes aux autres, mais ne descend pas jusqu'à leur facette profonde qui adhère peu aux cellules de l'écorce, d'où la facilité avec laquelle on peut détacher toute la couche périphérique.

Cette assise superficielle, fortement cutinisée, est douée d'une notable résistance. Imperméable aussi, et à peu près semblable à celle de la racine, elle constitue l'épiderme de la tige ; mais, comparée à l'épiderme des animaux, elle ne représente que la couche cornée de celui-ci dont elle possède tous les attributs.

Les assises qui forment l'écorce sont multiples et quelquefois même très nombreuses ; mais elles constituent le plus habituellement une seule couche. Les cellules de cette unique couche sont polyédriques, séparées par de petits méats auxquels l'air est transmis par les stomates de la couche épidermique. Elles contiennent un noyau, un protoplasme et en général aussi des chloroocytes. Nous pouvons les considérer comme les analogues de la couche muqueuse.

§ 3. — ENVELOPPE CUTANÉE DES FEUILLES.

Chaque feuille est recouverte sur sa face supérieure ou interne par une couche épidermique, et sur sa face inférieure ou externe par une couche semblable ou ne différant de la précédente que par quelques détails de minime importance. Entre ces deux couches se trouve le *parenchyme* de la feuille. C'est cette troisième couche qui en constitue la partie essentielle. C'est dans son épaisseur que la sève est élaborée, convertie en suc assimilables, puis exportée par les vaisseaux libériens dans toutes les parties de la plante ; c'est elle qui absorbe et décompose l'acide carbonique, qui absorbe et rejette l'oxygène ; c'est elle aussi qui

est le siège principal de l'exhalation; et, bien qu'elle soit composée de cellules remplies de chloroleucytes, bien qu'elle soit parcourue par de nombreux vaisseaux et se rapproche sous ce double point de vue de la peau des vertébrés inférieurs, elle ne saurait être assimilée à celle-ci; ses attributions d'un ordre plus élevé en font un organe à part qui lui assigne dans le plan général de l'organisation des végétaux une place sans analogue. Nous n'avons donc ici à considérer que les deux épidermes qui la recouvrent et la protègent.

L'épiderme des feuilles est un prolongement de celui de la tige, qui

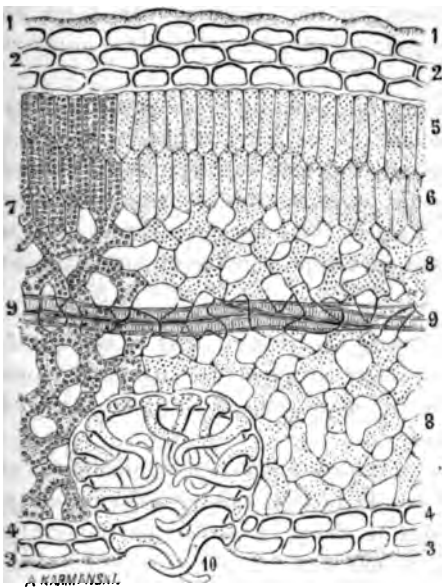


FIG. 208. — Coupe d'une feuille de laurier rose.

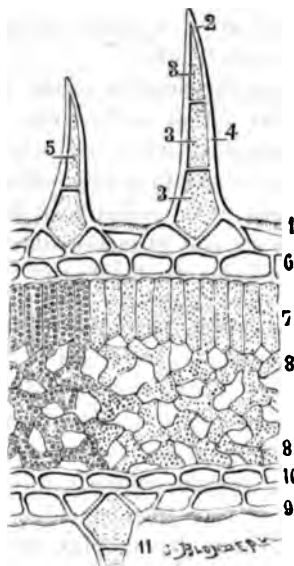


FIG. 209. — Coupe d'une feuille de géranium.

FIG. 208. — 1, 1, cuticule. — 2, 2, cellules sous-jacentes formant deux assises qui constituent l'épiderme. — 3, cuticule de la face inférieure de la feuille. — 4, cellules sous-jacentes. — 5, couche supérieure des cellules en palissade du parenchyme; elles sont remplies de chloroleucytes, représentés seulement sur le côté gauche de la figure. — 6, couche inférieure des mêmes cellules. — 7, troisième couche n'existant que sur une très petite étendue. — 8, 8, cellules de forme irrégulière entre lesquelles circule l'air qui a pénétré par les stomates. — 9, 9, vaisseaux libéro-ligneux. — 10, poil d'un crypte pilifère.

FIG. 209. — 1, cuticule. — 2, un poil. — 3, 3, 3, cellules superposées qui le composent. — 4, cuticule passant de l'une à l'autre. — 5, poil plus petit. — 6, cellules de l'épiderme. — 7, cellules en palissade formant une seule couche. — 8, 8, cellules sous-jacentes séparées par de nombreux méats aérifères. — 9, cuticule inférieure. — 10, cellules épidermiques sous-jacentes. — 11, poil dont la plus grande partie a été excisée.

lui-même prolongeait en se modifiant un peu celui de la racine. Il est composé aussi d'une couche superficielle et d'une couche profonde. La première se recouvre de cutine qui s'étend sans transition d'une cellule à l'autre, et qui la protège très efficacement. La seconde comprend une ou deux rangées de cellules à parois minces, sans noyau et sans chloro-leucytes, en sorte que l'épiderme des feuilles est incolore et transparent. C'est aux cellules du parenchyme qu'elles empruntent leur couleur verte. Cependant parmi les cellules de la couche superficielle figurent celles qui donnent passage à l'air. Nous avons vu que ces cellules stomatiques, comparées à deux reins unis par leur bord concave, contiennent des chloro-leucytes, mais seulement sur leur bord convexe. C'est par l'orifice qu'elles présentent que l'air pénètre et circule dans le parenchyme des feuilles.

Qu'on considère la racine, la tige ou les feuilles, on rencontre donc toujours à leur surface une couche de cellules cutinisées, souple et cependant résistante, très solide, imperméable aux liquides du dehors, comme à ceux du dedans, offrant les propriétés de la couche cornée des animaux et en remplissant les usages. Dans les deux règnes, l'organisme est clos et inaccessible aux agents qui pourraient porter atteinte à l'harmonie des fonctions.

Nous avons vu que la couche cornée chez les animaux se renouvelle incessamment ; celle qui la représente chez les végétaux se comporte de même. Elle se renouvelle aussi ; mais cette rénovation incessante s'opère par un processus différent.

Les bois primaire, secondaire, tertiaire se développent de dehors en dedans, ou du péricycle vers l'axe de la tige. Les premières couches formées, sans cesse refoulées vers le centre, finissent par dépérir, et s'altèrent de plus en plus, en sorte que nous voyons souvent les vieux arbres de nos forêts et de nos parcs se creuser d'une cavité, sans cesse grandissant en hauteur et en largeur.

Le liber primaire, secondaire, tertiaire s'accroît de dedans en dehors, refoulant de plus en plus l'écorce et l'épiderme qui s'altèrent aussi, qui s'écaillent, qui tombent, qui sont remplacés par des cellules nouvelles, bientôt remplacées à leur tour. Ce n'est donc pas seulement la partie centrale du tronc qui s'altère ; un travail semblable se produit à sa périphérie, en sorte que l'une et l'autre meurent et disparaissent par débris successifs ; les parties voisines du péricycle seules échappent à cette double cause de dépérissement.

La couche cornée des animaux et la couche cutinisée des végétaux obéissent donc aux mêmes lois ; elles naissent, croissent et vivent, puis tombent et se renouvellent ainsi bien souvent pendant le cours plus ou moins long de leur existence.

SYSTÈME PILEUX

Les poils, comme les plumes et les ongles, sont des productions épidermiques, implantées dans une dépression du derme, qui joue à leur égard le rôle d'organe producteur. Nous avons donc à considérer cet organe producteur, ou *follicule pileux*, et les poils proprement dits.

§ 1^{er}. — FOLLICULES PILEUX.

Les follicules pileux se présentent sous l'aspect de cavités cylindriques, creusées dans l'épaisseur de la peau et s'ouvrant, les unes sur la face libre de celle-ci, les autres, d'une moindre dimension, dans la cavité des glandes sébacées.

Les follicules pileux qui s'ouvrent à la surface libre de la peau sont les plus nombreux et les plus importants; ce sont ceux que l'on observe chez la plupart des mammifères, d'où le nom de *pilifères* qui leur a été aussi donné. Ils fixeront plus particulièrement notre attention.

A. — Follicules pileux s'ouvrant à la surface de la peau.

Ces follicules pileux affectent une direction en général oblique et quelquefois perpendiculaire au derme.

Leurs dimensions varient selon le développement des poils qui occupent leur cavité. Or ceux-ci diffèrent considérablement, par leur longueur et leur diamètre. Ceux qui arrivent à leur plus grand développement se creusent de cavités plus profondes et plus larges.

Considérés dans leurs rapports avec le derme, on peut les diviser en trois ordres: ceux qui descendent au-dessous de la peau, ceux qui ne dépassent pas son épaisseur et ceux qui ont pour siège sa couche superficielle.

Les premiers ou grands follicules ne se rencontrent chez l'homme que sur le cuir chevelu. Mais chez un assez grand nombre d'animaux, dont la

peau est mince, ils occupent toute la surface du corps ; tels sont les rongeurs et quelques autres. Les follicules de moyennes dimensions sont incomparablement les plus nombreux, non seulement dans l'espèce humaine, mais aussi dans les différentes classes de mammifères. Les follicules de troisième ordre, ou petits follicules, sont très répandus chez l'homme, dont le système pileux est rudimentaire, mais assez rares dans les quadrupèdes, chez lesquels il offre un développement plus grand et plus égal. Le diamètre des follicules pileux est subordonné à celui du poil qui remplit leur cavité.

Chaque follicule présente deux faces et deux extrémités. Leur face externe est en connexion intime avec le derme aux dépens duquel ils se constituent. Elle donne attache aux muscles pilifères, et répond plus haut aux glandes sébacées, qui ne lui adhèrent que par un tissu conjonctif lâche et qui s'ouvrent dans leur cavité. Inférieurement et sur une certaine partie de leur longueur, les follicules pileux se trouvent en rapport avec les glandes sudorifères, dont le conduit excréteur chemine dans leurs intervalles.

Par leur face interne, les follicules s'appliquent immédiatement aux poils et leur adhèrent sur la plus grande partie de leur étendue. Supérieurement, c'est-à-dire au-dessus de l'embouchure des glandes sébacées, cette adhérence n'existe plus ; le poil reste libre sur tout son contour ; c'est dans cette cavité sus-glandulaire que s'épanche la graine pour se répandre ensuite sur toute la longueur des poils.

L'extrémité inférieure des follicules est remarquable par l'existence constante d'une émergence qui fait saillie dans leur cavité et qui donne naissance aux poils. Cette saillie constitue le *bulbe* du poil, qui s'implante sur elle, qui l'entoure et qui la voile en général complètement. Elle a été comparée aux papilles, d'où le nom de papille pileuse sous lequel elle est souvent désignée. Son volume varie selon l'importance du poil qui la surmonte. Elle est tantôt hémisphérique et tantôt conoïde. Lorsqu'elle atteint une certaine longueur, elle s'étrangle à son point de départ et devient alors pédiculée. C'est sous cet aspect qu'elle se présente assez fréquemment chez le cheval. A cette papille se rendent des vaisseaux, simples capillaires qui pénètrent et se ramifient dans son épaisseur. Elle reçoit en outre un ou deux filets nerveux provenant de l'axe cérébro-spinal et accompagnant les vaisseaux.

L'extrémité supérieure ou l'embouchure des follicules est arrondie, et le plus ordinairement visible à l'œil nu lorsqu'on enlève les poils sur un cadavre dont l'épiderme se détache.

Les follicules pileux comprennent dans leur structure deux tuniques fibreuses distinguées en externe et interne, une couche amorphe, les deux gaines de la racine du poil, des vaisseaux et des nerfs.

La couche fibreuse externe est constituée par des faisceaux de tissu conjonctif, longitudinalement dirigés, et par des cellules longitudinales aussi dont le noyau est peu apparent. Inférieurement ces faisceaux se continuent avec ceux de l'extrémité profonde du follicule. Supérieurement ils se confondent avec ceux du derme.

La couche fibreuse interne se compose de faisceaux qui sont également de nature conjonctive. Mais ils diffèrent des précédents par leur direc-

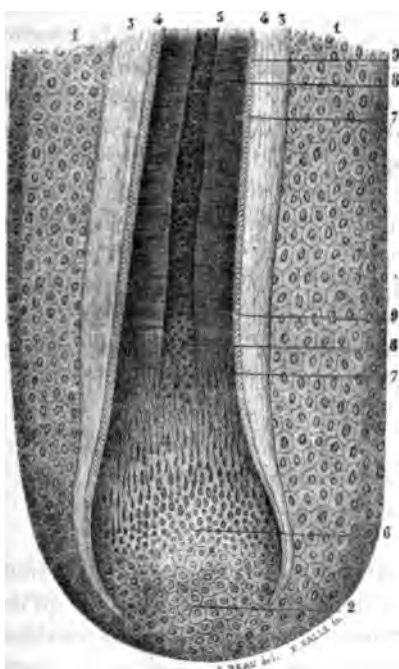


FIG. 210. — Racine d'un cheveu.

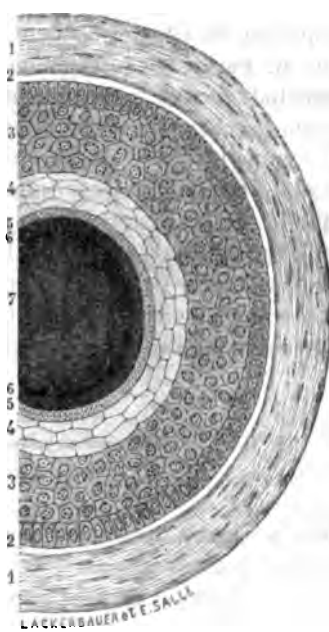


FIG. 211. — Coupe de cette racine.

FIG. 210. — 1, 1, gaine externe de la racine, composée de cellules semblables à celles de la couche muqueuse de l'épiderme. — 2, extrémité inférieure de cette gaine se continuant sans ligne de démarcation avec la tête du poil. — 3, 3, couche externe de la gaine interne de la racine ou couche de Henle. — 4, 4, couche interne de cette gaine ou couche de Huxley. — 5, racine du poil. — 6, tête du poil recouvrant complètement la papille sur laquelle elle repose; elle est formée, comme la gaine externe, de cellules à noyau, qui plus haut se divisent en deux groupes, l'un central constituant la substance médullaire du poil; l'autre périphérique formant la substance fibreuse. — 7, substance fibreuse composée de cellules allongées et fusiformes. — 8, substance médullaire composée de cellules rondes, puis polyédriques. — 9, 9, épiderme du poil dont l'épaisseur est un peu trop grande.

FIG. 211. — 1, 1, coupe transversale de la couche fibreuse interne du follicule pileux avec ses noyaux à direction transversale. — 2, 2, couche amorphe du follicule. — 3, 3, gaine externe de la racine. — 4, 4, sa gaine interne composée d'une couche externe, couche de Henle, et de deux couches internes, couche de Huxley. — 5, 5, épiderme du poil. — 6, sa partie périphérique. — 7, sa partie centrale.

tion circulaire, et surtout par leurs cellules transversales aussi dont les noyaux sont très apparents. Au niveau des glandes sébacées, cette seconde couche semble disparaître.

La couche amorphe, extrêmement mince, hyaline et homogène, se continue supérieurement avec celle de l'épiderme. Elle adhère fortement à la couche qui la précède.

Les deux gaines de la racine du poil ont été distinguées aussi en externe et interne. La gaine externe est formée de belles cellules nucléées et colorées qui se continuent supérieurement avec la couche muqueuse de l'épiderme dont elles sont manifestement un prolongement. Parmi les cellules qui la composent, celles qui s'appliquent immédiatement à la couche amorphe sont allongées, perpendiculaires à cette couche et de forme prismatique.

La gaine interne de la racine est formée de trois plans de cellules. Le plan le plus externe comprend une seule rangée de cellules à laquelle quelques auteurs ont donné le nom de couche de Henle. Les deux plans plus rapprochés de la racine du poil forment pour les mêmes auteurs la *gaine* de Huxley. Lorsqu'on arrache un poil sur un sujet dont l'épiderme commence à se détacher, on enlève aussi les deux couches de la gaine interne le plus habituellement.

B. — Follicules pileux s'ouvrant dans la cavité des glandes sébacées.

Ces follicules, ainsi que nous l'avons constaté précédemment, sont d'autant plus courts et d'un diamètre d'autant plus minime qu'ils s'ouvrent dans des glandes plus volumineuses. Sur les glandes sébacées profondes de l'aile du nez on remarque un contraste complet entre leurs dimensions et celles du follicule qui se trouve comme perdu dans les intervalles de leurs lobes et lobules.

Sur d'autres régions où ces glandes n'offrent pas un aussi grand développement, le contraste est moins frappant, mais cependant reste encore très prononcé. Ainsi, sur le front, où elles sont assez multipliées pour arriver au contact, les follicules pileux, bien que plus apparents, sont relativement à leur volume d'une remarquable petitesse; et cependant, de leur extrémité inférieure, on voit un, et souvent deux muscles se détacher pour aller se perdre dans la couche superficielle du derme.

Considérés dans leur structure, ces follicules rudimentaires diffèrent peu des follicules de première classe. Ils sont formés aussi par deux couches fibreuses, une couche externe à fibres conjonctives longitudinales, et une couche interne à fibres circulaires. Mais ces deux couches

offrent l'un et l'autre une telle minceur qu'il devient souvent difficile de les distinguer. La couche amorphe fait défaut. Des deux gaines du poil l'externe a disparu aussi. Mais on peut observer encore les deux plans qui constituent la gaine interne.

Vaisseaux et nerfs des follicules pileux. — De nombreux vaisseaux se dirigent vers ces follicules et se terminent dans leurs parois. Les uns se rendent et s'épuisent dans le bulbe, ainsi que nous l'avons vu. Les autres longent la tunique externe, la croisent, s'anastomosent sur toute sa longueur et se ramifient dans son épaisseur. Leurs dernières divisions se prolongent jusque dans la tunique à fibres circulaires. Les follicules étant très rapprochés, tous ces vaisseaux, artères et veines s'anastomosent en contournant les glandes sébacées. Dans leur trajet ils abandonnent de nombreux ramuscules aux glandes sudorifères, beaucoup plus vasculaires que les précédentes.

Les nerfs qui se distribuent au bulbe des poils viennent du névraxe. Mais ceux qui se terminent dans les parois des follicules émanent tous du grand sympathique; ils sont extrêmement nombreux; répétons qu'ils tiennent aussi sous leur influence les muscles qui s'y attachent et les glandes qui les entourent.

§ 2. — DES POILS.

Les poils, ou annexes filiformes de l'enveloppe cutanée, comprennent dans leur étude un grand nombre de considérations que nous rattacherons à quatre principaux chefs: leur morphologie, leur structure, leurs propriétés, leur développement.

A. — Morphologie.

Envisagés sous ce premier point de vue, les poils nous offrent à considérer leur mode de répartition, leur couleur, leurs dimensions, leur direction et leur forme.

a. Répartition des poils. — Le mode de répartition des poils diffère très considérablement selon qu'on les considère chez l'homme ou les mammifères.

1° Chez l'homme, les poils, au premier aspect, semblent concentrés sur certaines régions et plus particulièrement sur le cuir chevelu, sur les organes génitaux, dans le creux de l'aisselle, sur la face. On les rencontre aussi en assez grand nombre autour des orifices du corps, sur le bord libre des paupières, où ils prennent le nom de *cils*, à l'entrée

des fosses nasales où ils sont connus sous celui de *vibrisses*, sur la vulve, sur le pourtour de l'orifice anal. Mais sur la plus grande partie de son étendue la peau n'en présente que des vestiges; sur les régions palmaires et plantaires ils sont même complètement défaut.

Leur répartition, toutefois, est beaucoup moins inégale qu'on ne serait tenté de le croire. Certaines parties du corps, sur lesquelles on n'aperçoit d'abord aucune trace de poils, sont loin en effet d'en être dépourvues. La peau des membres et du tronc en est recouverte; ils sont seulement un peu moins nombreux que sur les téguments du crâne et rudimentaires pour la plupart. Mais sur la peau du front, sur le nez, sur les joues, ils sont presque aussi nombreux que ceux qui végètent sur les lèvres et le menton. Le pavillon de l'oreille, dont la peau est si mince et si douce au toucher, présente, lorsqu'on l'examine à la loupe, une forêt de poils. Il en est de même de la peau plus mince et plus transparente encore des paupières. Le sein le plus blanc et en apparence le plus uni en est recouvert sur toute sa surface.

Le système pileux, chez l'homme, est donc plutôt inégalement développé qu'inégalement réparti. On peut le diviser en deux sections, dont l'une comprend les poils parvenus à leur entier développement, ou les poils proprement dits, et l'autre les poils rudimentaires ou *poils de duvet*.

Les poils parvenus à leur plein développement recouvrent certaines régions que nous avons mentionnées. Les poils de duvet recouvrent toutes les autres et se disséminent par conséquent sur une surface beaucoup plus vaste. Il n'existe pas entre eux cependant une ligne de démarcation bien accusée; car ils s'entremêlent sur un grand nombre de points. Sur d'autres, les poils restent longtemps à l'état de duvet, et prennent ensuite un accroissement plus ou moins grand: tels sont ceux des organes génitaux, qui demeurent rudimentaires jusqu'à l'époque de la puberté et qui se développent alors dans l'espace de quelques mois: tels sont ceux des lèvres, du menton et des joues, qui, simple duvet chez la femme pendant tout le cours de son existence, et chez l'homme jusqu'à dix-huit ou vingt ans, entrent à cette époque dans la seconde période de leur évolution; tels sont encore ceux de la poitrine et de quelques autres régions qui ne dépassent jamais le premier degré de leur croissance chez certains individus, et qui poursuivent leur développement chez d'autres.

De l'ensemble des faits qui précèdent découle cette conclusion: *le nombre total des poils qui existent à la surface du corps est à peu près le même aux divers âges, dans les deux sexes, chez tous les individus et dans toutes les races; mais le nombre de ceux qui passent de la première à la seconde période de leur accroissement est extrêmement variable.* Ainsi s'expliquent:

1° Les différences si grandes que nous observons entre le système pileux de l'enfant et celui de l'adulte ;

2° Celles qui distinguent ce système dans les deux sexes, et toutes les variétés individuelles si nombreuses qu'il présente ;

3° Celles bien autrement remarquables qu'il nous offre lorsque nous le comparons chez l'homme et les mammifères.

Chez l'homme, le cuir chevelu est en quelque sorte le siège spécial du système pileux ; et cette région, ainsi que le fait remarquer Bichat, est peu propre à exercer les fonctions tactiles, soit parce que les poils émoussent la sensibilité en dérobant la peau à l'impression directe des corps, soit à cause de sa forme arrondie qui ne lui permet d'entrer en contact avec ces corps que par une petite surface.

2° Chez les *mammifères*, au contraire, tous les poils arrivent à leur complète évolution. Ils ne recouvrent pas seulement certaines régions, plus ou moins limitées, mais l'organisation entière. Au manteau protecteur que constitue la peau se superpose une autre enveloppe sur laquelle les milieux ambiants n'ont qu'une bien faible influence. Pour les mieux protéger contre les attaques de leurs ennemis, elle a départi à leur tégument moins de sensibilité peut-être, mais plus de moyens de résistance. En laissant l'homme presque nu et en conservant à l'enveloppe cutanée une sensibilité plus vive, elle semble l'avoir désarmé et un peu déshérité. Mais son intelligence est une armure d'un ordre plus élevé qui pouvait suffire à sa protection ; aussi le voyons-nous habiter et prospérer sous les latitudes les plus diverses, tandis que les espèces animales sont pour ainsi dire parquées dans certains climats qu'elles ne sauraient franchir impunément.

b. Direction des poils. — Considérés chez les mammifères, les poils se dirigent d'avant en arrière sur le cou et le tronc, de haut en bas sur les extrémités, et en prenant cette direction ils se recouvrent sur la plus grande partie de leur longueur, de telle sorte qu'en protégeant l'enveloppe tégumentaire, ils se protègent aussi les uns les autres ; ils sont pour ainsi dire solidaires, non seulement comme moyen de résistance, mais aussi comme moyen de calorification, l'air s'insinuant, s'infiltrant dans leurs intervalles et ajoutant à la propriété qu'ils possèdent d'être mauvais conducteurs du calorique, celle qui lui est propre.

Cette direction antéro-postérieure des poils n'est pas l'attribut exclusif du système pileux. C'est un fait général, commun à toutes les dépendances de l'épiderme ; comme les poils, les plumes se dirigent d'avant en arrière et de haut en bas, et comme celles-ci les écailles se dirigent de l'extrémité céphalique vers l'extrémité caudale. L'avantage qui dérive de cette commune direction est facile à saisir ; toutes ces productions

épidermoïdes ainsi dirigées se recouvrent, se consolident, et réalisent admirablement par leur imbrication le double but que se propose la nature, en donnant à chaque animal un vêtement supplémentaire, ce second vêtement étant à la fois plus épais et plus chaud.

Mais à cette direction générale et commune à toutes les productions destinées à protéger la peau des vertébrés viennent s'ajouter une foule de directions particulières à telle ou telle région. Ainsi chez l'homme, nous voyons les poils du sourcil et de la lèvre supérieure se diriger de dedans en dehors; ceux du bord libre des paupières ou les cils décrivent des arcs qui se regardent par leur convexité; ceux du menton descendent verticalement; ceux du cuir chevelu s'inclinent en sens divers, et ceux de la plupart des autres régions n'affectent pour la plupart aucune direction déterminée.

Chez les mammifères, nous retrouvons les mêmes variétés, et plus nombreuses encore. Chez certains animaux, les poils sont perpendiculaires aux téguments, telle est leur direction chez le hérisson, le porc-épic, etc. Chez d'autres, ils se disposent en aigrettes, en couronne, en pinceaux, etc., etc.; mais toutes ces variétés presque innombrables sont plutôt du ressort de l'histoire naturelle que de l'anatomie générale. Passons à la direction des poils considérés en eux-mêmes.

Suivis de leur origine vers leur extrémité terminale, les poils affectent trois principales directions : ils sont rectilignes, onduleux ou contournés en sens très divers.

Les poils rectilignes ou longitudinaux sont les plus nombreux; à cette classe appartiennent les poils des solipèdes, des ruminants, de la plupart des carnassiers, des rongeurs, des pachydermes, etc.; tels sont aussi ceux du cuir chevelu chez l'homme, du moins chez un assez grand nombre d'individus.

Les poils onduleux s'infléchissent dans deux sens opposés, s'enroulent en partie sur leur axe et frisent naturellement. Ils contrastent avec les précédents qui sont souvent longs et raides, tandis que ces derniers sont d'autant plus doux au toucher qu'ils offrent une plus grande tendance à s'enrouler.

Les poils qui se contournent en tous sens constituent la laine. La toison des moutons se compose exclusivement de poils semblables. Ils se contournent presque autant que les conduites des glandes sudorifères, sans que leurs flexuosités cependant se superposent et s'entassent; mais elles sont très nombreuses et en partie entremêlées; ces poils laineux se retrouvent dans quelques autres espèces, et même chez l'homme, particulièrement chez le nègre.

Les poils de ce troisième groupe sont ceux qui protègent le mieux l'animal contre les basses températures; ils se montrent souvent chez

les quadrupèdes des latitudes septentrionales. Les éléphants qui vivaient au début de l'époque quaternaire, et surtout le *mammoth*, *elephas primogenitus*, possédaient une toison épaisse et laineuse, tandis que les deux espèces actuelles, vivant dans un climat très rapproché de l'équateur, n'ont que des poils courts et peu serrés.

c. Couleur des poils. — Les poils présentent à la naissance une coloration jaune paille le plus habituellement. Mais, à mesure que l'organisme se développe, ils prennent une couleur de plus en plus foncée; ils sont blonds d'abord, quelquefois rouges, puis châains, et peuvent conserver indéfiniment cette teinte ou passer de la couleur brune à une couleur plus sombre ou même tout à fait noire. Telle est celle qui caractérise la chevelure du nègre, et celle aussi d'un grand nombre d'individus de la race blanche.

Chez les mammifères, la couleur des poils varie du blanc au noir. Entre ces deux limites, on observe toutes les nuances intermédiaires. En général, ils sont d'un brun assez clair chez les uns, plus ou moins foncé chez les autres.

Ce qui caractérise le pelage d'une foule de mammifères, c'est l'association de deux ou de plusieurs couleurs, se succédant, tantôt sans transition, tantôt par teintes dégradées.

Un très petit nombre de quadrupèdes nous offrent ces nuances à reflets métalliques, si fréquentes chez les oiseaux et les poissons; à cette catégorie se rattache le chrysochlore, petit insectivore de la famille des taupes.

D'autres, dans le cours de la même année, quittent leur pelage en passant d'une saison chaude à une saison plus froide; telle est l'hermine, dont le système pileux, de couleur grisâtre en été, prend une belle coloration blanche en hiver.

Chez l'homme, la couleur des poils se modifie avec l'âge; ils deviennent gris, puis de plus en plus blancs, en même temps qu'ils se montrent de plus en plus rares. Chez les animaux, le système pileux ne semble pas soumis à cette influence de la sénilité.

d. Dimensions des poils. — Les poils diffèrent beaucoup par leur longueur; ils diffèrent aussi et plus encore par leur diamètre.

Leur inégale longueur a permis de les diviser en grands, moyens et petits. Ces différences se montrent non seulement lorsqu'on les compare dans les diverses races ou chez les divers individus, mais surtout lorsqu'on les considère sur les diverses régions du corps.

Dans la race blanche, les cheveux sont plus longs que chez l'Éthiopien. Ils sont plus longs chez la femme que chez l'homme, pouvant descendre chez elle jusqu'au pli de l'aîne et même, dans quelques cas

B. — Structure des poils.

Pour étudier cette structure, nous pourrions passer successivement en revue les différentes classes de mammifères et mentionner ce qui est propre à chacune d'elles. Mais ce serait nous exposer à de trop fréquentes répétitions. Je me bornerai donc à mentionner d'abord les faits généraux qui se rattachent à cette étude ; nous prendrons ensuite connaissance de ceux qui sont particuliers à certaines espèces.

a. De la structure des poils en général. — Les poils sont formés pour la plupart de trois parties, concentriquement disposées : d'une partie centrale, c'est la *substance médullaire* ; d'une partie périphérique, qui entoure complètement la précédente, c'est la *substance fibreuse*, et d'une partie plus superficielle encore, c'est l'*épiderme du poil*, appelé aussi *épidermicule*. Chacune de ces parties est constituée par des cellules ; mais ces cellules présentent des caractères qui diffèrent et qui les distinguent.

1° Moelle ou substance médullaire des poils. — La substance médullaire n'est pas constante ; beaucoup de poils en sont dépourvus. Elle fait à peu près complètement défaut dans certaines espèces animales, particulièrement chez le mouton et chez les mammifères à poil laineux. Assez souvent elle apparaît au centre des poils, puis disparaît un peu plus haut, et réapparaît pour disparaître encore. Cette inconstance, totale ou partielle, nous prouve qu'elle n'est pas d'une absolue nécessité, et qu'elle ne prend à la constitution des poils qu'une part secondaire ; elle ne semble pas en représenter l'élément le plus important.

Cette substance médullaire ou centrale est remarquable par sa coloration plus ou moins brune, et souvent tout à fait noire. Mais cette coloration noire elle l'emprunte surtout à des bulles d'air qui pénètrent jusqu'au centre des poils ; lorsqu'on les expulse par l'ébullition, elle reprend sa couleur normale. Dans les poils blancs, lorsqu'elle existe, elle devient incolore.

Sa consistance est molle ; ce n'est pas à elle qu'est confié le soin de résister, mais à la substance qui l'entoure. Les cellules qui la composent sont faciles à observer chez l'homme et chez tous les pilifères. Elles s'éloignent peu de leur type primitif. Sur la tête des poils, elles sont sphériques. Plus haut, elles se rapprochent, se compriment et se correspondent par des facettes. Si elles sont disposées sur une seule rangée, elles deviennent cubiques ; si elles se rapprochent davantage, elles s'allongent dans le sens transversal ; si à la première rangée s'en joint

une seconde, elles s'allongent davantage, et les deux rangées se pénètrent réciproquement; si la substance médullaire comprend trois ou quatre rangées ou un plus grand nombre, ce qui est rare, toutes les rangées s'engrènent par leurs bords et la partie centrale du poil devient plus volumineuse; elle en forme la presque totalité. La substance fibreuse n'est plus qu'une simple enveloppe, alors extrêmement mince.

Chacune des cellules de cette substance contient un noyau arrondi, très évident, et des chromoleucytes groupés autour des noyaux, très évidents aussi. L'air qui pénètre en si grande abondance jusqu'au centre

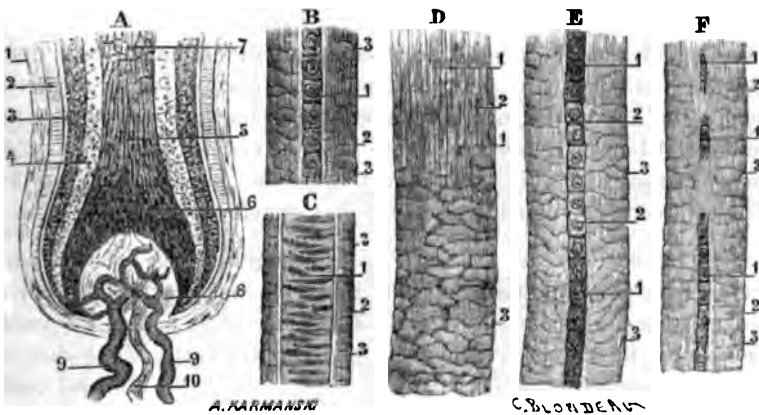


FIG. 212. — Poils de l'homme.

A. Bulbe ou papille des poils. — 1, couche à fibres longitudinales du follicule pileux. — 2, couche à fibres transversales de ce follicule, doublée sur sa face interne par la couche amorphe, extrêmement mince. — 3, gaine externe de la racine du poil. — 4, gaine interne de cette racine. — 5, racine du poil. — 6, sa tête, *capitulum pili*. — 7, sa partie moyenne, sur laquelle se montrent les premières cellules de l'épidermicule. — 8, bulbe ou papille du poil. — 9, 9, capillaires qui pénètrent dans son épaisseur. — 10, filet nerveux qui les accompagne.

B. Un poil médullo-fibreux. — 1, substance médullaire formée par une seule rangée de cellules polyédriques, longitudinalement disposées. — 2, substance fibreuse. — 3, 3, épiderme du poil.

C. Poil médullo-fibreux, à la composition duquel la substance médullaire prend une part prédominante. — 1, substance médullaire composée de deux rangées de cellules transversales, qui se pénètrent réciproquement. — 2, substance fibreuse. — 3, 3, épiderme.

D. Poil fibreux. — 1, 1, substance fibreuse composée de cellules très allongées et usiformes. — 2, noyau de ces cellules. — 3, épiderme.

E. Cheveu blanc pris sur un vieillard de quatre-vingts ans. — 1, 1, substance médullaire, qui a conservé sa coloration brune. — 2, substance médullaire décolorée sur des longueurs inégales, et entourée, comme la précédente, par une substance fibreuse blanche. — 3, 3, épiderme du poil.

F. Poil blanc plus décoloré que le précédent. — 1, 1, divers tronçons de la substance médullaire qui ont conservé une demi-coloration; dans leurs intervalles existaient deux tronçons qui ont été entièrement résorbés. — 2, 2, substance fibreuse complètement blanche. — 3, 3, épiderme.

des poils se répartit irrégulièrement autour des cellules ; en réfractant les rayons lumineux au moment où on les soumet à l'examen microscopique, ils les dévient au point de les détourner du champ de la rétine, d'où la couleur noire qu'ils présentent.

L'engrènement des rangées de cellules par leurs parties latérales est le fait général. Mais nous verrons que chez quelques animaux et surtout chez le lapin ces cellules restent indépendantes et forment, lorsqu'elles se multiplient, deux, trois et jusqu'à quatre ou cinq colonnes indépendantes et parallèles qui peuvent se séparer, en sorte que les poils de cet ordre se divisent en deux ou plusieurs poils secondaires.

Les cellules de la moelle se comportent différemment aux deux extrémités des poils. A leur extrémité inférieure elles se montrent avant celles de la substance fibreuse qui ne tardent pas cependant à les entourer. A leur extrémité supérieure c'est une disposition inverse qu'on observe ; elles disparaissent toujours avant les précédentes, qui les dépassent dans une étendue plus ou moins grande.

2° *Substance fibreuse des poils.* — La substance fibreuse ou corticale est la plus importante des trois parties constituant les poils. Son existence est constante. Souvent elle forme à la fois la partie centrale et la partie périphérique de ces filaments, c'est-à-dire la totalité. Ajoutons qu'elle est extrêmement dense ; c'est elle qui communique aux poils la plupart de leurs propriétés physiques : ténacité, souplesse, résistance aux efforts et aux influences de toute nature auxquelles ils se trouvent exposés.

La couleur de cette substance est d'un brun très variable, mais d'une teinte un peu moins foncée que celle de la substance médullaire. Elle l'emprunte en partie aussi à l'air qu'elle contient. Elle possède une demi-transparence qui laisse entrevoir les cellules de la moelle.

Celles qui la composent diffèrent des précédentes, par leur nombre, par leur forme et par leur adhérence beaucoup plus solide. Elles sont assez nombreuses pour former toujours plusieurs couches, alors même que la gaine périphérique est très mince. Lorsqu'elles forment à elles seules la totalité des poils, comme chez le mouton elle se laisse décomposer en une myriade de filaments parallèles.

Leur forme est allongée longitudinalement, en sorte qu'elles se juxtaposent toutes par leur longueur, d'où la résistance du poil, qui devient la résultante d'innombrables résistances partielles. Ainsi juxtaposées, elles s'unissent de la manière la plus intime et on ne les sépare que difficilement.

Les cellules de la substance fibreuse comme celles de la substance

médullaire différent par leur configuration. Elles contiennent constamment un noyau, un protoplasme et des chromoleucytes; le noyau est toujours très petit, allongé et fusiforme; le protoplasme est peu abondant et d'une remarquable densité; les chromoleucytes sont plus petits et moins apparents.

Sur les cheveux abandonnés à leur croissance naturelle, on voit chez la plupart des individus les cellules de la substance médullaire s'atrophier et disparaître, puis celles de la substance fibreuse se prolonger au delà, sous la forme d'un petit cône. Sur les cheveux coupés périodiquement, elles dépassent aussi les cellules de la moelle, sur une étendue moins grande et du reste très variable.

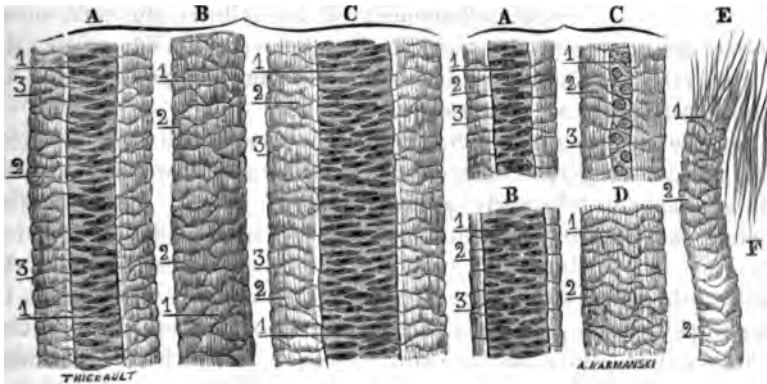


FIG. 213. — Poils des solipèdes.

FIG. 214. — Poils des ruminants.

FIG. 213. — *Poils des solipèdes* (cheval). — A. *Poils médullo-fibreux*. — 1, 1, substance médullaire composée de cellules transversales. — 2, substance fibreuse composée de cellules fusiformes. — 3, 3, épiderme.

B. *Poils fibreux*. — 1, 1, substance fibreuse. — 2, 2, cellules ou écailles de l'épiderme recouvrant cette substance.

C. *Un crin de cheval blanc*. — 1, 1, substance médullaire. — 2, 2, substance fibreuse décolorée. — 3, 3, cellules de l'épiderme.

FIG. 214. — *Poils des ruminants* (bœuf). — A. *Poil médullo-fibreux*. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme.

B. *Poil dont la substance médullaire forme la presque totalité*. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme.

C. *Poil dont la substance médullaire se compose de cellules sphériques disposées dans un ordre alternatif*. — 1, cellules sphériques. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme.

D. *Poil exclusivement fibreux*. — 1, substance fibreuse. — 2, cellules de l'épiderme.

E. *Poil de mouton*. — Ce poil, comme tous les autres, est exclusivement fibreux. — 1, 1, cellules fusiformes très longues, qui le composent en se juxtaposant. — 2, 2, épiderme qui recouvre ces cellules.

F. *Groupe de cellules fusiformes ou filiformes détachées du poil à l'aide de la potasse*.

3° *Épiderme des poils*. — Cet épiderme ou épidermicule se retrouve sur presque tous les poils ; cependant il fait défaut sur quelques-uns, ou plutôt dans certaines espèces animales. Constant chez l'homme et chez le plus grand nombre des quadrupèdes, on le voit disparaître chez certains rongeurs, chez le lapin, par exemple.

L'épidermicule se prolonge sur toute la longueur des poils, depuis la tête sur laquelle il n'existe pas encore, mais au-dessus de laquelle il commence à se montrer ; il ne recouvre pas leur sommet, ou ne le recouvre que très exceptionnellement.

Les cellules qui le composent sont dépourvues de noyaux et bien différentes, à cet égard, de celles qui forment la substance médullaire et la substance corticale. Elles sont pâles, très minces et transparentes, en sorte qu'elles laissent parfaitement voir les cellules plus profondes. Privées de noyau, privées aussi de leucytes, et même dépourvues de cavités, elles ressemblent à des écailles et sont aux poils ce que la couche cornée est à l'épiderme.

Leur forme est celle d'un quadrilatère transversalement allongé. Leurs faces se superposent de bas en haut, en se débordant un peu et s'imbriquant, de telle sorte que la supérieure dépasse plus ou moins l'inférieure. Elles se disposent, en un mot, à la manière des écailles des poissons, qui se dirigent d'avant en arrière en se recouvrant à la manière des tuiles d'un toit ; celles de l'épidermicule se dirigent de la tête du poil vers sa pointe en se recouvrant aussi. Leur partie inférieure se trouve donc voilée par la cellule sous-jacente ; le bord supérieur, irrégulièrement convexe, est seul libre. Vus au microscope, les quatre bords des cellules de l'épiderme se présentent sous l'aspect de lignes brisées et anastomosées, formant une sorte de réseau.

b. De la structure des poils considérés dans les divers ordres de mammifères. — Comparés dans les divers ordres de mammifères, au point de vue de leur structure, les poils pourraient être divisés en trois groupes : ceux qui sont exclusivement formés par la couche corticale, ou *poils fibreux* ; ceux qui sont constitués à la fois par les deux substances, ou *poils médullo-fibreux* ; et ceux dans lesquels ces deux substances se trouvent réunies, mais qui manquent d'épiderme. Les poils qui se rangent dans ce dernier groupe sont les moins nombreux ; ils sont même rares et tout à fait exceptionnels ; tels sont ceux du lapin et de quelques autres quadrupèdes. Nous pouvons donc admettre seulement deux groupes qui se recommandent par une égale importance et leur généralisation.

Les poils fibreux sont tous recouverts par un épiderme. Ils diffèrent beaucoup de volume ; quelques-uns sont gros ; d'autres moyens ; d'autres très petits ; mais ils sont généralement moins volumineux que les poils médullo-fibreux, et ne comportent pas de sous-divisions.

Les poils médullo-fibreux, souvent remarquables par leur grand diamètre, peuvent être divisés en plusieurs groupes secondaires ainsi définis : 1° poils médullo-fibreux, formés par une seule rangée de cellules longitudinales ; 2° poils formés par une seule rangée de cellules transversales ; 3° poils formés par deux rangées de cellules transversales, s'engrenant par leurs bords ; 4° poils formés par plusieurs rangées de cellules transversales, dont le grand axe est différemment dirigé et se superposant sans ordre dans le canal central qu'elles remplissent.

Ces considérations préliminaires posées, passons rapidement en revue les poils dans les principales catégories de mammifères.

1° *Hommes*. — On observe dans l'espèce humaine les deux genres de poils ; et ils sont à peu près également nombreux. Les poils médullo-fibreux se rencontrent surtout parmi les cheveux longs et plus ou moins raides, et les poils fibreux parmi ceux qui sont doux et soyeux. On peut voir aussi, chez l'homme, toutes les variétés de poils médullo-fibreux. Les plus fréquentes sont celles de la troisième et de la quatrième variété. La seconde variété n'est pas rare ; mais la première est moins commune. Ajoutons que ces quatre variétés peuvent coexister chez le même individu.

Les poils médullo-fibreux, dans le canal desquels les cellules transversales se disposent sans ordre, sont renflés sur la partie moyenne de leur trajet ; ils offrent une configuration fusiforme ; c'est à la prolifération des cellules transversales qu'ils sont redevables de leur forme et de leur volume.

Les poils médullo-fibreux à deux cellules transversales juxtaposées et engrenées par leurs bords sont cylindriques et de moyen volume. Les poils dans lesquels on observe une seule rangée de cellules transversales sont petits, et ceux qui ne contiennent qu'une rangée de cellules longitudinales, plus petits encore. A ces données générales, il existe cependant des exceptions assez fréquentes.

Dans la vieillesse, les cheveux et tous les poils blanchissent. Ce changement de coloration est dû à l'atrophie des chromoleucytes ; dans la substance fibreuse, ils disparaissent même à peu près complètement, ainsi que le noyau.

Mais les modifications les plus importantes sont celles qui se passent dans la substance médullaire. Elle subit aussi une atrophie qui ne porte pas seulement sur les chromoleucytes, mais sur les cellules elles-mêmes. La colonne centrale, constituée par les cellules de la moelle, persiste assez souvent sur toute sa longueur ; mais elle diminue d'épaisseur, et, plus souvent encore, elle s'effile sur un ou plusieurs points, puis disparaît sans laisser aucune trace. Il est fréquent sur les cheveux

blancs de trouver la colonne des cellules centrales représentée par des tronçons fusiformes, complètement séparés, ou encore réunis par leurs pointes plus ou moins atténuées (fig. 212).

L'atrophie, chez le vieillard, porte donc sur les deux substances, mais plus particulièrement sur la substance centrale. De là deux conséquences : la substance corticale, se modifiant peu, conserve sa densité et sa résistance ; elle ne perd que son principe colorant. La substance médullaire se modifiant au point de disparaître en partie et parfois en totalité, les cheveux diminuent de volume.

Dans l'âge avancé, un autre phénomène encore se produit. Les poils, si perméables à l'air atmosphérique dans la jeunesse, perdent cette perméabilité. On ne voit plus une seule bulle d'air dans leur épaisseur, d'où en partie leur décoloration. Car leur couleur était due à deux causes, l'une histologique, l'autre physique, c'est-à-dire à leurs chromoleucytes d'une part, de l'autre à leur affinité pour l'air ambiant, affinité qui disparaît après leur mort.

Quant à la chute des poils, on peut la rattacher à l'atrophie de l'organe qui lui donne naissance, et à l'atrophie de leurs cellules centrales. De ces deux causes, la première paraît être la plus importante ; cependant

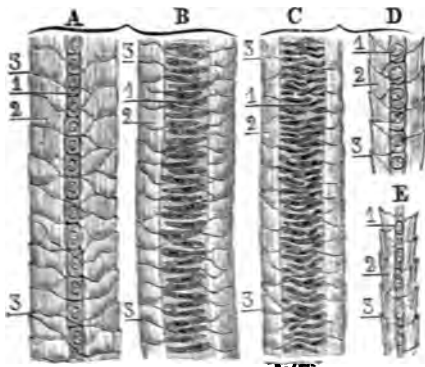


FIG. 215. — Poils des carnassiers.

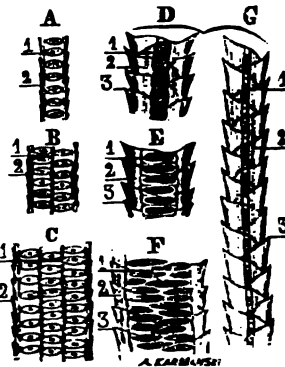


FIG. 216. — Poils des rongeurs.

FIG. 215. — A. Un poil de chien dont la substance médullaire se compose d'une seule rangée de cellules sphériques. — 1, cellules médullaires. — 2, substance fibreuse ou corticale. — 3, 3, épiderme.

B. Un poil de chien dont la substance médullaire est formée de cellules transversales. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, 3, épiderme.

C. Un poil de chat essentiellement médullaire. — 1, substance médullaire formée de cellules transversales. — 2, substance fibreuse. — 3, 3, épiderme.

D. Un poil de chat dont la substance médullaire est formée d'une seule rangée de cellules sphériques. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, 3, épiderme.

E. Un poil de chat dont la substance médullaire est formée d'une seule rangée de

l'atrophie du bulbe n'est jamais complète; car les cheveux, après leur chute, repoussent, mais restent à l'état de poils de duvet.

2° *Solipèdes*. — Les quadrupèdes de cette classe possèdent aussi les deux ordres de poils. Les poils médullo-fibreux sont les plus nombreux; et, parmi ces derniers, ceux dans lesquels les cellules centrales se disposent sans ordre et en grand nombre sont très abondants, de telle sorte qu'ils sont renflés à leur partie moyenne et plus ou moins fusiformes, surtout chez le cheval. Cependant on peut observer aussi toutes les autres variétés que nous avons mentionnées.

3° *Carnassiers*. — La structure de leurs poils diffère assez notablement selon le genre auquel ils appartiennent. Chez le chien, ils diffèrent beaucoup aussi, selon les espèces. Les poils fibreux et médullo-fibreux et toutes les variétés que comportent ces derniers se rencontrent dans leur pelage. On voit seulement, selon les individus, tel ou tel ordre, telle ou telle variété prédominer sur les autres. Ainsi, sur les chiens à poils rudes, les médullo-fibreux se montrent en plus grand nombre; sur les chiens à poils soyeux ou à poils blancs, ce sont en général les fibreux qui prennent la prédominance.

Chez le chat, dont le système pileux est plus long et plus fin, ce sont les médullo-fibreux qu'on rencontre presque partout, avec les quatre variétés qui en dépendent (fig. 215).

4° *Ruminants*. — Chez le bœuf, les poils diffèrent peu de ceux du cheval. Mais en passant du bœuf au mouton, on constate une tout autre

cellules longitudinales très petites. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme dont les cellules forment une légère saillie.

FIG. 216. — A. Un poil de lapin dont la substance médullaire est représentée par une seule rangée de cellules transversales. — 1, cellules médullaires. — 2, substance fibreuse formant une couche très mince.

B. Un poil de lapin composé de deux rangées de cellules médullaires. — 1, cellules médullaires. — 2, couche fibreuse.

C. Un poil de lapin, essentiellement composé, comme les précédents, de cellules médullaires qui forment ici trois rangées. — 1, ces trois rangées. — 2, substance fibreuse. Chez le lapin, tous les poils sont dépourvus d'épiderme.

D. Un poil de cobaye dont la substance médullaire est formée d'une seule rangée de cellules polyédriques. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme.

E. Un poil de cobaye dont la substance médullaire est formée d'une seule rangée de cellules transversales. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme.

F. Un poil de cobaye dont la substance médullaire est formée de nombreuses cellules transversales empilées sans ordre. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme.

G. Un poil de cobaye dont la substance médullaire est formée d'une seule rangée de cellules longitudinales. — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, épiderme.

structure. De médullo-fibreux qu'ils étaient pour la plupart, ils deviennent presque tous exclusivement fibreux. Les cellules qui les composent sont plus longues et plutôt cylindriques que fusiformes. Leur noyau, plus allongé aussi, est presque invisible.

5° *Rongeurs*. — Les différences que nous venons de rencontrer dans les ruminants entre le bœuf et le mouton, nous les voyons se produire en caractères plus accusés encore entre le lapin et le cobaye. Chez l'un et l'autre il est vrai, les poils sont presque exclusivement formés de substance médullaire; la substance fibreuse ne prend qu'une très mince part à leur constitution.

Mais chez le lapin toutes les cellules de la substance centrale s'échelonnent en longues séries parallèles, composées chacune d'une seule rangée. Certains poils se composent d'une seule rangée; d'autres de deux rangées parallèles; d'autres de trois ou quatre rangées semblables; quelques-uns de cinq à six rangées; et l'on voit alors de distance en distance ces rangées longitudinales s'unir par des anastomoses qui passent obliquement de l'une à l'autre. Le nombre des rangées, qui est en général de deux à trois, s'élève assez fréquemment à quatre, cinq et même six, en sorte que le poil se renfle à sa partie moyenne. Au delà le nombre des rangées diminue graduellement; souvent elles se séparent pour marcher isolément. La substance fibreuse qui entoure les rangées longitudinales forme une très mince couche. Sur tous ces poils il n'y a aucune trace d'épiderme (fig. 216).

Chez le cobaye, les cellules ne se disposent pas en séries longitudinales. Elles sont transversales et s'entassent dans le canal central en quantité variable, mais toujours assez nombreuses pour constituer à elles seules presque tout le poil. La couche fibreuse qui les recouvre est le plus ordinairement très mince. Au-dessus de cette couche se montre un très minime épidermicule.

Chez l'écureuil, la substance médullaire tient aussi une très grande place dans la composition des poils. Dans presque tous les cellules qui la composent sont allongées, transversalement dirigées, et s'entassent en grand nombre dans le canal que forme la substance fibreuse. Les poils dans lesquels elles se disposent sur une seule rangée sont rares, et beaucoup plus rares encore ceux où ces cellules prennent une direction longitudinale. La substance fibreuse n'est représentée dans tous que par une couche en général très mince.

En résumé les poils considérés dans la longue série des mammifères se composent essentiellement de deux substances. Mais celles-ci diffèrent beaucoup par leurs proportions relatives et par la disposition des cellules de la substance médullaire. Très souvent ces deux substances

se réduisent à une seule, et c'est alors la substance médullaire qui disparaît. Les poils exclusivement fibreux sont donc nombreux. L'épiderme est presque constant, et toujours d'une grande minceur.

C. — Propriétés des poils.

Les poils nous présentent comme propriétés physiques leur souplesse, leur résistance, leur hygrométrie, leur affinité pour l'air et leur aptitude à se charger d'électricité.

La souplesse est un de leurs attributs les plus caractérisés et les plus généraux. Très souples, ils peuvent prendre toutes les directions possibles, rester rectilignes, ou s'enrouler dans tel ou tel sens, ou se contourner dans plusieurs sens à la fois; de là les aspects si divers sous lesquels ils se présentent dans les diverses races humaines, dans les différents ordres de mammifères, et chez les individus du même ordre; de là aussi la facilité avec laquelle ils se prêtent chez les divers peuples et dans toutes les classes de la société aux formes si variées que leur imposent l'habitude et la mode.

Leur résistance très grande contraste avec la propriété précédente; car la souplesse s'allie le plus souvent à une certaine mollesse; ici elle coexiste avec une remarquable densité, et de cette association résulte le caractère dominant du système pileux: il est à la fois souple et résistant, et possède ces deux propriétés à un égal degré. Remarquons aussi que sa résistance n'est pas seulement longitudinale; elle n'est pas moins prononcée dans le sens transversal. Un cheveu est difficile à couper; un groupe de cheveux et surtout une nappe flottante résiste très bien à l'action des instruments tranchants, d'où la crinière que nous voyons suspendue aux casques de nos cuirassiers, dont elle protège le cou et les épaules. Cette association de la souplesse et de la résistance dans le système pileux est d'autant plus utile au point de vue de la protection qu'elle exclut la fragilité. Les poils peuvent supporter de grands efforts sans se briser; alors même qu'ils deviennent durs et raides, ils conservent assez de souplesse pour résister aux chocs qui tendraient à les rompre.

Leur hygrométrie est un phénomène bien connu. Les physiciens l'ont utilisée dans la construction de quelques instruments fort ingénieux pour mesurer les divers degrés d'humidité de l'air. En se chargeant d'eau, ils augmentent de volume, s'allongent un peu et prennent une direction plus rectiligne; à mesure que cette eau s'évapore, ils reprennent leur tendance à se contourner et à se friser. Nos artistes capillaires à l'aide de leurs fers tirent parti de cette tendance pour donner à la chevelure toutes les formes que leur inspirent leur génie

et les modes courantes. Mais leur édifice tombe lorsque les cheveux s'imprègnent d'une nouvelle quantité de vapeur d'eau.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que par l'intermédiaire des poils l'eau absorbée peut pénétrer dans l'économie en traversant le bulbe qui leur donne naissance. C'est la seule porte qui reste ouverte aux liquides du dehors; l'homme au bain absorbe une certaine quantité d'eau qui pénètre par cette voie. Peut-être pourrait-on empoisonner un animal en le tenant plongé dans un liquide vénéneux.

Très avides d'eau les poils sont aussi très aérophiles. L'eau les rend plus lourds; en s'aérant ils reprennent leur légèreté, qui augmente en raison de son abondance. Ils sont plus aérés et plus secs dans les climats chauds, plus humides dans les climats froids, et varient sous ce double rapport selon les saisons.

Les poils sont aptes à se charger d'électricité; cette aptitude est plus développée dans certaines espèces animales, particulièrement chez le chat. Chez l'homme, les poils peuvent devenir électriques aussi. J'ai connu un homme de quarante-cinq ans chez lequel ils faisaient entendre une crépitation très caractéristique lorsqu'il passait les doigts dans sa chevelure. Ce phénomène, qui ne s'était jamais produit chez lui, a duré une huitaine de jours et ne s'est pas renouvelé.

Les propriétés physiologiques des poils sont moins accusées que les précédentes. On ne saurait cependant les mettre en doute. Ils possèdent une incontestable vitalité en vertu de laquelle ils naissent, croissent, décroissent, puis tombent et peuvent se renouveler plusieurs fois pendant le cours de leur existence. Ils possèdent aussi par conséquent la faculté d'absorber des sucs assimilables et de se nourrir. Cette propriété réside principalement dans les cellules de la substance médullaire, mais aussi dans celles qui forment la substance fibreuse. Lorsque ces cellules s'atrophient, ils cessent de vivre et de croître; et leur mort s'accuse par leur chute définitive.

Composition chimique. — Les poils sont imputrescibles et inattaquables par les réactifs du tube intestinal. Ces réactifs, qui dissolvent les dents et le test des crustacés, restent sans action sur les poils; le grand boa du Muséum d'histoire naturelle qui avale un chevreau tous les mois ne rejette intacts que ses poils; toutes les autres parties constituantes de l'animal ont été décomposées.

L'acide azotique jaunit les poils; l'acide sulfurique et les alcalis concentrés les ramollissent, puis finissent par les dissoudre.

Soumis à l'action de la flamme d'une bougie ou des charbons ardents, ils se consomment en dégageant une odeur de corne brûlée.

Les cheveux de l'homme contiennent 15 pour 100 d'eau environ, et laissent 6 à 7 pour 100 de cendres. Ces cendres contiennent des propor-

tions variables de sulfate de soude, de carbonate et de phosphate de chaux, de chlorure de sodium, d'oxyde de fer et de silice.

Les poils contiennent en outre une matière grasse qui provient des glandes sébacées.

D. — Développement des poils.

Les poils ont pour origine un bourgeon émané de la face profonde de la couche muqueuse de Malpighi. Ce bourgeon, exclusivement composé de cellules nucléées, est d'abord hémisphérique; puis il s'allonge de haut en bas et devient cylindrique en restant arrondi inférieurement. En se prolongeant ainsi de plus en plus, il entraîne la couche amorphe de l'épiderme et se creuse une loge aux dépens du derme. Cette dépression dermique s'accroît peu à peu en profondeur; elle constitue les deux couches fibreuses du follicule pileux.

C'est vers la fin du quatrième mois de la vie intra-utérine que les poils se montrent sous la forme d'un bourgeon, et que commence leur développement. Ce développement comprend quatre périodes. Dans la première, le bourgeon se constitue et déprime le derme; dans la seconde, il se divise en deux cônes, l'un à base inférieure, l'autre creux, à base supérieure, qui recouvre le précédent et qui se continue en haut avec la couche muqueuse de l'épiderme. Dans la troisième, le cône à base inférieure se décompose en partie centrale qui formera le poil, et partie périphérique qui formera sa gaine interne. Dans la quatrième, le poil poursuivant son accroissement traverse l'épiderme et se comporte ensuite différemment selon qu'il restera à l'état de poil de duvet, ou qu'il atteindra sa complète évolution.

1^{re} période: le bourgeon se constitue. — Les cellules qui le forment sont toutes pourvues d'un noyau. Celles qui occupent sa périphérie sont allongées et cylindriques ou plutôt prismatiques. La couche amorphe de l'épiderme les précède et les entoure.

2^e période: le bourgeon se divise en deux cônes. — Vers la fin du quatrième mois la papille du poil commence à se dessiner sous la forme d'une saillie hémisphérique ou conoïde. Le bourgeon rencontrant cette saillie s'élargit à son extrémité inférieure, s'applique à son contour et la recouvre. En même temps sa partie centrale s'effile de bas en haut, tandis que sa partie périphérique s'amincit de haut en bas pour former la gaine externe de sa racine. Le futur poil et sa gaine externe se pénètrent ainsi réciproquement. L'un et l'autre prennent la configuration d'un cône, le poil représentant un cône plein, ascendant, et sa gaine externe un cône creux, descendant.

Pendant que ces modifications se produisent dans le bourgeon épi-

thélial, on voit s'ébaucher les parois du follicule pileux, encore confondu avec les parties ambiantes du derme.

3^e période : le cône plein se divise en deux parties, l'une centrale, l'autre périphérique. — La partie centrale constitue le poil proprement dit. Elle est formée de cellules à noyau, les unes profondes et arrondies, les autres superficielles, s'allongeant de bas en haut. La partie périphérique constitue la gaine interne de la racine. Elle se compose de deux ou trois plans de cellules, qui, en se développant et se superposant, forment les deux couches de cette gaine.

C'est dans le cours de cette période que se montrent les premiers rudiments des glandes sébacées. Elles apparaissent aussi sous la forme de bourgeons qui naissent de la gaine externe du poil, comme le bourgeon primordial naît de la couche de Malpighi. Peu à peu ils s'allongent, en se rétrécissant à leur base; et plus tard ils bourgeonnent eux-mêmes pour former les utricules de ces glandes.

4^e période : le poil traverse l'épiderme et poursuit son développement. — Au niveau de la pointe du poil l'épiderme se ramollit; les cellules situées sur son prolongement sont résorbées; et il s'allonge alors en se constituant sous sa forme définitive. Chez l'homme la plupart des poils restent à l'état de vestiges. Mais chez les animaux ils poursuivent leur accroissement, jusqu'au moment où ils atteignent une longueur qu'ils ne dépassent plus.

Les premiers poils tombent à des époques très variables et sont remplacés par des poils de seconde génération. Leur chute ne s'opère jamais simultanément, en sorte que les poils primitifs et secondaires se trouvent mêlés, d'où cette distinction admise par la plupart des naturalistes en poils de duvet ou *bourre*, et en vrais poils ou *jarres*, distinction qui ne repose pas sur l'observation attentive et raisonnée des faits. Ces deux catégories de poils ne diffèrent que par leur inégal développement, les uns étant en voie d'évolution, les autres ayant atteint leur croissance définitive. Le système pileux est donc dans un état de mue perpétuelle, d'où la grande inégalité des éléments qui le composent.

Ce phénomène du reste n'est pas l'attribut exclusif des poils. Il est commun à toutes les productions épidermiques; les plumes, les écailles, les ongles sont en voie continue de renouvellement. Toutes les dépendances de l'épiderme, dans le règne animal comme dans le règne végétal, subissent cette loi commune. Elles ne cessent de se reproduire que lorsqu'elles sont frappées d'atrophie; et alors, devenues inutiles, elles changent d'aspect, s'altèrent et tombent, précédant dans leur fin prochaine tous les autres rouages d'un mécanisme que la vie a usé.

SYSTÈME DES PLUMES

Le système des plumes offre quelques analogies avec celui des poils. Mais il en diffère beaucoup sous plusieurs rapports fort importants; c'est donc bien à tort qu'ils ont été considérés comme semblablement constitués. Une étude plus approfondie nous démontrera qu'ils représentent chacun un système possédant des attributs anatomiques et physiologiques qui lui sont propres. Ayant pris connaissance du système pileux, il nous sera facile de le comparer au système des plumes.

Ce système se distingue de tous les autres par ses caractères extérieurs, par sa structure, par ses propriétés, par son mode d'évolution.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DES PLUMES.

Les plumes au début de leur évolution sont logées comme les poils dans un follicule, auquel elles adhèrent très fortement. Sorties de ce follicule, elles se présentent sous l'aspect d'une longue tige, portant de chaque côté des éléments secondaires, les *barbes*, qui donnent naissance à des éléments tertiaires, les *barbules*, lesquelles se terminent par des éléments de quatrième ordre, les poils.

La partie de la tige qui est implantée dans la peau constitue sa racine. Cette racine diffère considérablement selon qu'on la considère pendant la durée de la croissance de la plume, ou lorsque cette croissance est terminée.

Pendant la période de croissance, elle contient une longue et grosse papille que recouvre une mince couche épithéliale et un tube épidermique appelé à disparaître. Lorsque cette croissance est terminée, la papille s'atrophiant de plus en plus se retire vers l'extrémité inférieure de sa gaine et disparaît alors presque entièrement, laissant dans la cavité de celle-ci les débris de son épithélium qui représente l'*dome* de la plume, dénomination étrange que rien ne justifie et dont je laisse à la tradition toute la responsabilité.

Les modifications si nombreuses et si importantes qui se produisent dans la racine avant et pendant l'émergence des plumes se rattachent à l'his-

toire de leur développement que nous aborderons plus loin avec l'attention qu'elle réclame. Nous allons d'abord considérer ces org dans la pleine maturité de leur évolution. La plume comprend : dans sa composition les quatre parties que nous venons d'énumé une partie intra-dermique ou *partie basilaire*, plus générale appelée *étui corné*; une longue tige qui se termine en pointe, les ba

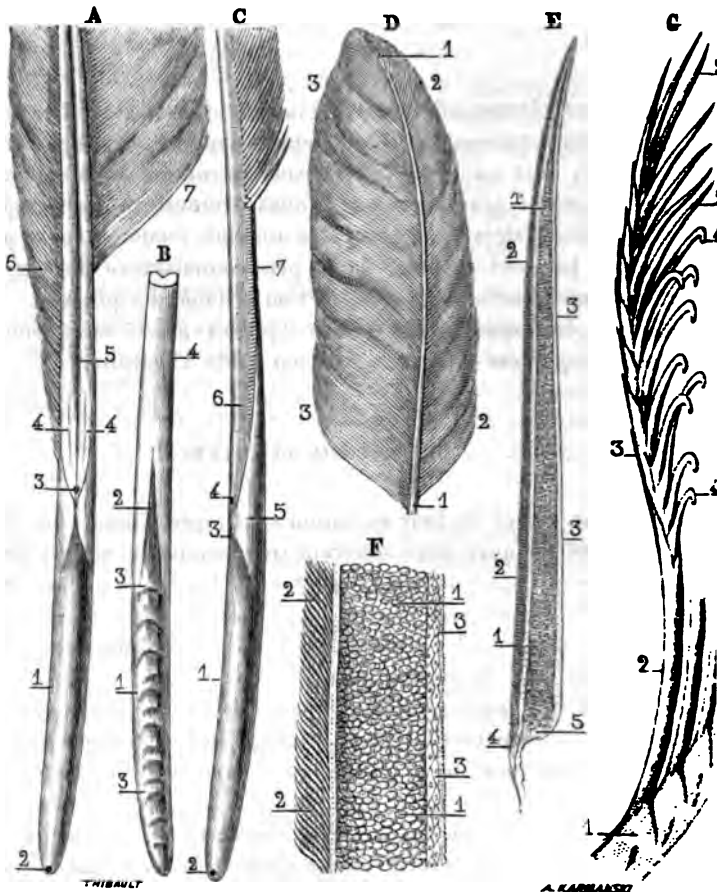


FIG. 217. — Mode de conformation des plumes.

A. Une plume vue par sa face interne. — 1, tube corné. — 2, son ombilic inf — 3, son ombilic supérieur. — 4, 4, sa face interne ou concave. — 5, sillons divisés en deux parties égales. — 6, barbes courtes. — 7, barbes longues.

B. Même plume vue par sa face externe ou convexe. — 1, tube corné. — extrémité supérieure, de figure triangulaire. — 3, 3, cornets contenus dans sa — ils représentent l'âme de la plume. — 4, face externe ou convexe de la tige.

C. Même plume vue par une de ses faces latérales. — 1, tube corré. —

échelonnées en grand nombre à droite et à gauche de cette tige, les *barbules* linéairement disposées sur le bord supérieur des barbes, et les poils par lesquels elles se terminent.

A. — Partie basilaire des plumes.

La partie basilaire, portion cornée, tube ou étui corné, est remarquable par sa densité, sa résistance, sa transparence et sa rigidité, propriétés qu'elle transmet en partie à la tige.

Le tube corné représente le quart environ de la longueur totale de la plume. Il est cylindrique, quelquefois un peu comprimé sur ses parties latérales. Son diamètre varie avec sa longueur : il atteint à peine 1 millimètre dans les petites plumes, et ne dépasse pas ordinairement 4 à 5 millimètres dans les plus grandes. Ses parois, extrêmement dures, sont minces et d'une épaisseur variable aussi.

Dans sa cavité, on remarque des lamelles transparentes et comme chiffonnées, derniers restes de l'épithélium qui entoure le bulbe des plumes perdant leur développement. Elles se détachent du bulbe à mesure qu'il s'atrophie, puis se dessèchent en restant adhérentes les unes aux autres. Ces lamelles forment l'*âme* de la plume.

L'étui corné se prolonge sur toute la longueur de la tige, mais recouvre seulement sa face convexe ou externe.

Cet étui présente deux orifices, connus, depuis les recherches de Dutrochet, sous le nom d'*ombilics*. L'ombilic inférieur, qui livre passage au bulbe, est arrondi ou circulaire, d'un diamètre moins grand que celui du tube. L'ombilic supérieur, beaucoup plus petit, se voit sur la face interne ou concave de la plume, à l'union de l'étui et de la

ombilic inférieur. — 3, extrémité supérieure de sa face concave. — 4, ombilic supérieur. — 5, extrémité inférieure de la face convexe de la tige. — 6, face antérieure de celle-ci. — 7, l'une de ses faces latérales, à laquelle s'attachent les barbes courtes.

D. *Extrémité supérieure de la même plume.* — 1, sa tige, dont on ne voit ici que le sommet. — 2, 2, barbes courtes. — 3, 3, barbes longues.

E. *Une barbe vue à un très faible grossissement.* — 1, 1, sa tige et sa substance spongieuse, composée de cellules remplies d'air. — 2, 2, barbules qui recouvrent son bord supérieur ou convexe. — 3, 3, bandelette fibreuse qui forme son bord intérieur. — 4, filament corné par lequel elle s'attache aux bords latéraux de la lame cornée postérieure de la tige. — 5, cellules hexagonales par lesquelles elle se continue avec la couche épidermique de la face latérale correspondante.

F. *Une partie de la barbe précédente, vue à un plus fort grossissement.* — 1, 1, sa tige et ses cellules remplies d'air. — 2, 2, barbules recouvrant son bord supérieur. — 3, 3, son bord inférieur.

G. *Une barbule grossie.* — 1, bandelette cornée, sur laquelle elle s'attache. — 2, sa tige. — 3, son bord convexe. — 4, 4, poils crochus partant de son bord concave. — 5, 5, poils rectilignes par lesquels elle se termine.

tige. Il est allongé, et irrégulièrement fusiforme, quelquefois conoïde; sa partie la plus large ou sa base se dirige alors en haut. Cet orifice est entouré de petites barbes.

B. — Tige des plumes.

Les plumes présentent de si grandes variétés dans leurs dimensions, leur direction et leurs rapports, que les naturalistes ont dû les diviser en plusieurs ordres et sous-ordres sur lesquels je ne m'arrêterai pas. Je dirai seulement que, pour l'anatomiste, elles peuvent être rattachées à quatre principaux groupes :

1° Les grandes plumes, ou les *pennes*, qui ont pour siège plus spécial les ailes; elles s'implantent sur la face dorsale des os de l'avant-bras et de la main;

2° Les plumes de la queue ou plumes de luxe;

3° Les plumes de *recouvrement*, ou petites plumes, qui se disposent comme les écailles des poissons, en se superposant et s'imbriquant d'avant en arrière;

4° Les plumes de *duvet*, qui manquent de tige, et dont les ramifications peuvent être comparées à des poils.

De ces quatre principaux groupes, les trois premiers possèdent une tige; et cette tige, chez tous les oiseaux, offre le même mode de conformation. Elle représente une longue pyramide à quatre pans, un peu recourbée sur son axe, et à laquelle on peut distinguer, par conséquent, une face convexe ou externe, une face concave ou interne et deux faces latérales planes.

La face externe est convexe à la fois dans le sens longitudinal et dans le sens transversal; mais surtout selon sa longueur. Elle est constituée par un prolongement du tube corné.

La face interne est concave dans le sens longitudinal, et divisée en deux moitiés égales par un sillon triangulaire qui se termine au niveau de l'ombilic supérieur. Elle est aussi de nature cornée.

Les faces latérales sont planes et constituées par la substance spongieuse de la tige. Elles donnent attache aux barbes.

C. — Barbes et barbules.

Implantées très solidement de chaque côté de la tige, les barbes forment avec celle-ci une rame d'une longueur et d'une largeur variables. Chacune de ces rames se superpose d'avant en arrière ou de haut en bas à celle qui lui succède; elles forment ainsi, pour les ailes, des

grands éventails, possédant à la fois la souplesse et la résistance, pouvant s'étaler ou se replier instantanément. Celles du cou, du tronc et des membres inférieurs se superposent dans le même ordre d'imbrication, à la manière des poils et des écailles. Celles de la queue, et souvent aussi celles de la tête, échappent à la loi générale, affectant souvent des directions et des modes de groupement particuliers.

Sur chacune des parties latérales de la tige, les barbes se superposent de sa base vers son sommet.

Toutes revêtent la forme d'une longue lamelle obliquement implantée. Elles s'appliquent les unes aux autres par leurs facettes, planes et parallèles; leur largeur mesure un ou deux ou plusieurs millimètres à leur base, puis se rétrécit à mesure qu'on se rapproche de leur sommet. Des deux bords qui limitent ces facettes le supérieur porte des appendices filiformes qui constituent les barbules. Le bord inférieur est recouvert seulement de poils rudimentaires.

Les barbes et barbules, sur toute leur longueur et sur toute leur périphérie, sont environnées de petites bulles d'air, qui leur adhèrent assez fortement. Cet air remplit deux offices également importants: d'une part il représente, lorsqu'on le considère dans son ensemble, une sorte de coussinet qui contribue dans une large mesure à protéger l'oiseau contre les basses températures; de l'autre, il pénètre dans toutes les barbes et dans toute la longueur de la tige, ainsi que nous le verrons plus loin; de là, pour chaque barbe, un canal ou réservoir aérien qui en double la résistance, et pour la tige un réservoir commun et plus important qui offre le même avantage.

§ 2. — STRUCTURE DES PLUMES.

Nous avons vu que les plumes se composent de quatre parties: l'étui corné, la tige, les barbes et les barbules. Chacune de ces parties présente une structure qui lui est propre. Nous les étudierons donc successivement.

A. — Structure du tube corné.

Extrêmement dense et transparent, ce tube, au premier aspect, se présente comme une substance amorphe. On pourrait le croire dénué de toute structure. Cette opinion même avait prévalu jusqu'ici; car, parmi les auteurs qui ont étudié les plumes, aucun n'a cherché à pénétrer sa composition intime. Ils se contentent de le ranger parmi les substances de nature cornée. C'est une substance qui doit être rattachée

en effet au système corné. Mais ce fait ne suffit pas pour définir sa constitution.

En le soumettant à l'action des réactifs alcalins, on arrive facilement à constater qu'il est formé de cellules nucléées, et que ces cellules offrent la plus grande analogie avec celles qui constituent la substance fibreuse des poils. Cette substance ne comprend qu'une seule couche de cellules fusiformes, toutes longitudinalement dirigées, parallèles par conséquent et possédant un très petit noyau allongé aussi.

Les cellules du tube corné se disposent sur deux plans réciproquement perpendiculaires, l'un profond ou longitudinal, l'autre superficiel ou transversal.

Le plan profond est plus épais. Il se compose de plusieurs couches

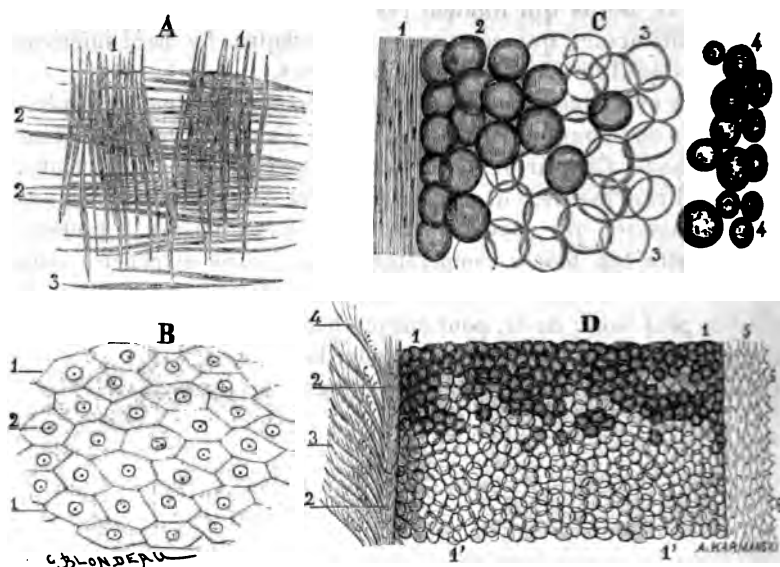


FIG. 218. — Structure des plumes.

A. Structure du tube corné et des lames externe et interne de la tige. — 1, 1, cellules fusiformes longitudinales possédant chacune un très petit noyau allongé. — 2, 2, cellules fusiformes transversales semblables aux précédentes. — 3, deux cellules fusiformes isolées.

B. Epithélium des faces latérales de la tige. — 1, 1, cellules qui le composent. — 2, noyau de ces cellules.

C. Structure de la substance spongieuse. — 1, lame cornée de la face externe de la tige. — 2, cellules de la substance spongieuse remplies d'air. — 3, 3, ces mêmes cellules dont l'air est sorti. — 4, 4, bulles d'air qui viennent de sortir des cellules.

D. Structure des barbes. — 1, 1, cellules pleines d'air. — 1', 1', ces mêmes cellules devenant transparentes par suite de la sortie de l'air qu'elles contenaient. — 2, 2, barbules recouvrant le bord supérieur des barbes. — 3, ces barbules juxtaposées et peu distinctes. — 4, une barbule isolée. — 5, épithélium recouvrant le bord inférieur des barbes. — 6, 6, saillies épineuses du bord libre de cet épithélium.

de cellules, toutes longitudinalement dirigées, fortement unies les unes aux autres par une substance amorphe, et toutes aussi pourvues d'un petit noyau fusiforme; ce noyau peut être mis en évidence à l'aide des coupes et à l'aide des réactifs dilués. Le procédé le plus simple et le plus expéditif consiste à faire bouillir une partie du tube corné dans la potasse au quart. Dès que le tube est un peu ramolli, on distingue sans peine tous les noyaux des cellules longitudinales.

Le plan superficiel est très mince, et plus transparent. Les cellules qui le composent sont plus difficiles à dissocier. Cependant, sur des coupes de l'étui corné préalablement ramolli, on voit très bien les cellules transversales déborder de chaque côté les cellules longitudinales; il suffit pour les distinguer de traiter la préparation par une solution concentrée de potasse. A l'aide de l'ébullition dans ce réactif, on met également bien en évidence le noyau qui en occupe le centre.

Le protoplasme des cellules du tube corné ne contient pas de chromoleucytes, d'où sa transparence chez la plupart des oiseaux.

B. — Structure de la tige.

La tige des plumes se compose de deux substances bien différentes. Ses faces externe et interne sont formées par un prolongement du tube corné, dont elles possèdent la structure, et par une substance propre connue sous le nom de *substance spongieuse*. Cette dernière est donc la seule qui appelle notre attention.

Elle adhère fortement aux deux lamelles convexe et concave qui la recouvrent. Ses faces latérales, planes, sont limitées par une couche de grandes cellules hexagonales qui s'unissent par leur bord, et qui contiennent un petit noyau arrondi ou ovoïde.

Quelle est la structure de cette substance, dite spongieuse par Poupart, et désignée aussi sous ce nom par Dutrochet et Fréd. Cuvier? Aucun de ces auteurs n'émet une opinion sur sa nature, qui est restée jusqu'à présent absolument inconnue. Elle est cependant assez facile à reconnaître. Le microscope nous montre bien clairement qu'elle a pour éléments d'innombrables cellules polyédriques, toutes à peu près du même volume, juxtaposées par leurs facettes, et plus ou moins noires lorsqu'on les observe à la lumière transmise, d'un blanc opaque lorsqu'on les voit à la lumière réfléchie.

Cette coloration noire s'explique par la nature de leur contenu : elles sont pleines d'air; cet air, réfractant fortement les rayons lumineux, les dévie de l'œil de l'observateur, d'où l'aspect qui les distingue au premier examen. Mais, si l'on chasse cet air en soumettant la substance spongieuse à l'ébullition ou simplement en l'immergeant dans la po-

tasse, elle devient transparente. Le contour de toutes les cellules se dessine alors avec une parfaite netteté.

Lorsqu'on se contente d'observer une mince coupe de cette substance dans un acide dilué, ou dans la glycérine, ou dans toute autre solution, on voit sur les bords de la préparation les bulles d'air sortir une à une de leurs cellules.

Sur cette constitution tout aérienne de la substance spongieuse, on ne peut donc élever aucun doute. Qui ne sera frappé des avantages qu'elle présente? Ils sont de deux ordres, mécaniques et physiologiques. Remplie d'air, la tige acquiert une extrême légèreté. Dilatée par cet air, elle se comporte à la manière de ces colonnes qu'on creuse pour en augmenter le diamètre et la résistance. Au point de vue physiologique, ces innombrables cellules pleines d'air deviennent pour l'oiseau un puissant moyen de calorification. Ainsi constituées, les plumes sont donc à la fois plus légères, plus résistantes, et mieux douées pour le protéger contre toutes les influences du dehors.

Ajoutons que le tube corné aussi est plein d'air. Pour en acquérir la certitude, à l'époque où je poursuivais mes recherches sur les réservoirs aériens des oiseaux, j'avais imaginé de fermer l'ombilic supérieur, et d'introduire dans ce tube une colonne de mercure, que je renversais ensuite sur une cuve remplie de ce métal. Le tube restait plein; j'enlevais alors mon obturateur; le tube se vidait aussitôt: cet orifice était donc réel. Mais j'ai appris plus tard que Poupert et Dutrchet le connaissaient déjà. C'est par cet orifice que l'air pénètre dans l'étui corné. On aurait pu croire que de cet étui il passe dans la tige. Mais telle n'est pas la voie par laquelle il s'introduit dans celle-ci. Cette voie, nous la découvrirons en étudiant la structure des barbes et des barbules.

C. — Structure des barbes.

Cette structure, dont l'étude a été délaissée par les observateurs, est cependant pleine d'intérêt.

Étudions d'abord les barbes. Nous savons qu'elles présentent deux facettes, deux bords, une base et un sommet. Sur l'une et l'autre face on voit, même à un faible grossissement, une substance spongieuse, absolument semblable à celle de la tige, composée aussi de cellules polyédriques, se juxtaposant par leurs facettes, noires à la lumière transmise, blanches à la lumière réfléchie. Ces cellules, comme celles de la tige, sont donc pleines d'air; et, fait plus intéressant encore, elles se continuent avec les précédentes; en d'autres termes, les cellules de la tige se prolongent dans les barbes et en occupent presque toute l'épaisseur; la tige est tout aérienne, les barbes le sont aussi.

Des facettes passons aux deux bords. Le bord supérieur des barbes est formé sur toute sa longueur par une fine bandelette qui provient de la face externe ou convexe de la tige. Comme cette face, elle se compose de longues cellules fusiformes solidement unies entre elles. Cette fine bandelette fibreuse donne attache aux barbules sur lesquelles nous allons revenir.

Le bord inférieur ou concave des barbes diffère beaucoup du précédent. Il est moins large, beaucoup plus simple, et dépourvu de barbules. On remarque sur toute sa longueur des cellules plates à contour polygonal, s'unissant par leurs bords et présentant à leur centre un petit noyau sphérique. Ces cellules rappellent celles qu'on observe sur les faces latérales de la tige. Au-dessous de celles-ci il en existe quelquefois d'autres qui s'allongent de haut en bas et qui simulent de très petits poils rudimentaires.

Par leur base, les barbes s'attachent aux faces latérales, en se continuant, d'une part avec le bord correspondant de la face externe à l'aide de la fine bandelette fibreuse qui sous-tend les barbules, de l'autre avec la couche épidermique de ces faces. Leur sommet très effilé se termine par des barbules et des poils.

D. — Structure des barbules.

Les barbules occupent le port supérieur des barbes. Chacune d'elles est représentée par une mince lamelle de laquelle partent un grand nombre de poils. Ces lamelles sont longues, parallèles très obliquement dirigées, transparentes et résistantes.

Les poils qui en dépendent naissent de leur bord externe et pourraient être distingués en deux ordres, les uns crochus, les autres rectilignes. Les poils crochus sont les premiers qui se détachent des barbules; ils sont plus courts, et se terminent par une sorte de crochet arrondi à son extrémité libre. Les poils rectilignes se voient à l'extrémité des barbules; ils se terminent en pointe.

Tous ces poils ont pour attributs communs leur transparence, leur résistance, leur homogénéité. Ils se croisent et s'enchevêtrent en partie, en sorte qu'ils deviennent pour les barbes un moyen d'union, bien qu'ils restent sur tout leur trajet entièrement indépendants.

Les barbules comme les barbes sont entourées de petites et innombrables bulles d'air qui semblent leur adhérer. Le rôle que remplissent ces bulles d'air est considérable. Elles passent des espaces compris entre les barbes et les barbules dans le tissu spongieux des barbes, et de celles-ci dans la substance spongieuse de la tige. Telle est la voie

par laquelle l'air atmosphérique pénètre dans le corps des plumes, et tel est aussi le mécanisme qui préside à cette pénétration.

Les plumes sont peu perméables à l'eau, mais extrêmement perméables à l'air. C'est grâce à cette perméabilité qu'elles acquièrent et conservent la légèreté qui leur était si utile. C'est pendant le vol qu'elles renou-

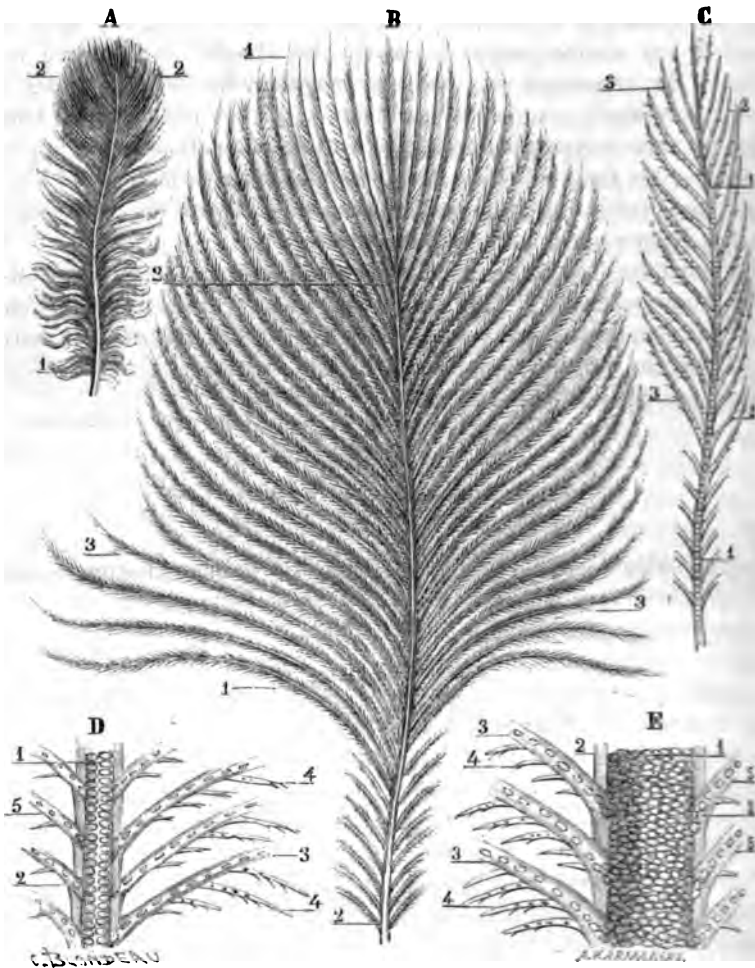


FIG. 219. — Une plume sans barbes et sans barbules constituée par un poil ramifié: plume piliforme.

A. Une petite plume sans barbes et sans barbules. — 1, sa tige constituée par un poil. — 2, 2, poils de second ordre qui naissent à droite et à gauche de celle-ci.

B. Extrémité terminale de la plume précédente. — 1, 1, cette extrémité terminale. — 2, sa tige représentée par un poil médullo-fibreux. — 3, 3, poils qui naissent à

vellent en partie et incessamment la provision d'air qu'elles contiennent. Si nous voyons les oiseaux aquatiques, comme les palmipèdes, agiter leurs ailes au moment où ils sortent de l'eau, c'est aussi pour renouveler cette provision, c'est-à-dire pour échanger l'air trop chaud et trop dilaté contenu dans le tube corné des plumes, contre un air plus frais qui exerce une moindre pression sur la partie sensible ou bulbeuse de celles-ci.

§ 3. — PLUMES INCOMPLÈTES.

Nous avons vu comment les plumes sont conformées et constituées. Mais, parmi ces plumes complètes ou *vraies plumes*, il en est d'autres dont la conformation et la constitution sont plus simples; et dans ce nombre on distingue beaucoup de variétés. Je décrirai seulement les plus importantes : celles qui ne possèdent ni barbes, ni barbules, et celles qui plus simples encore sont dépourvues à la fois de tige, de barbes et de barbules : les premières sont des poils ramifiés; les dernières sont les plumes de duvet.

A. — Plumes sans barbes et sans barbules, ou plumes piliformes.

Les plumes que nous venons d'étudier, ou *vraies plumes*, possèdent une tige, des barbes, des barbules et des poils. C'est la réunion de ces quatre attributs qui les caractérise; et ces quatre parties constituantes sont échelonnées sur toutes, selon l'ordre de leurs dimensions et de leur importance : les barbes s'implantant sur la tige, les barbules sur les barbes, et les poils sur les barbules.

Mais il est des plumes qui ne possèdent ni barbes, ni barbules, et qui des quatre parties précédentes n'en réunissent que deux; elles sont formées seulement par une tige et des barbules. Leur tige elle-même se simplifie aussi; c'est un gros poil qui la représente; et ce poil se

précède; chacun de ces poils de second ordre donne naissance à une foule de poils plus petits ou de troisième ordre.

C. *L'un des poils de second ordre de la figure qui précède.* — 1, poil de second ordre. — 2, 2, poils de troisième ordre. — 3, 3, poils de quatrième ordre.

D. *Une partie de la tige de la plume précédente, vue à un faible grossissement.* — 1, 1, cellules de la substance centrale ou médullaire du poil. — 2, 2, cellules fusiformes très allongées de sa substance corticale ou fibreuse. — 3, poils de second ordre. — 4, 4, poils de troisième ordre. — 5, cellules des poils de second ordre.

E. *Même partie vue à un grossissement plus fort.* — 1, substance médullaire. — 2, substance fibreuse. — 3, 3, poils secondaires. — 4, 4, poils tertiaires. — 5, 5, cellules des poils de second ordre.

divise et se subdivise. Nous pouvons donc les considérer comme des poils ramifiés.

Ces plumes sans barbes et sans barbules sont multipliées à l'infini; presque toutes les petites plumes rentrent dans cette catégorie; ce sont elles qui recouvrent la plus grande partie de la peau.

Chaque groupe de plumes remplit un usage déterminé. Les plumes des ailes sont des organes locomoteurs; elles permettent à l'oiseau de prendre possession des plaines de l'air et de parcourir en quelques minutes d'immenses espaces. Les plumes de la queue ne sont le plus souvent que des plumes de luxe. Les petites plumes protègent la surface du corps; elles sont les plus utiles à l'état de repos. Parmi ces petites plumes, les unes possèdent des barbes et des barbules, les autres infiniment plus nombreuses en sont dépourvues. Elles diffèrent des précédentes par la simplicité beaucoup plus grande de leur structure, qui les rapproche du système pileux, et qui établit la transition de ce système au système des plumes, d'où le nom de plumes piliformes que nous leurs donnerons.

Ces plumes piliformes nous offrent à étudier leur tige et les poils qui en partent. Leur tige présente tous les caractères qui distinguent les poils. Comme ceux-ci, elle se compose, tantôt d'un seul et tantôt de deux éléments; en d'autres termes il est des tiges simplement fibreuses, et d'autres qui sont médullo-fibreuses.

Les tiges fibreuses rappellent les poils fibreux. Elles sont formées aussi de cellules fusiformes, longues et parallèles, étroitement unies, et possédant chacune un noyau bien distinct.

Les tiges médullo-fibreuses se composent d'une substance médullaire qui en occupe le centre, et qui est formée aussi de cellules sphériques, ou polyédriques, disposées sur une seule ou sur plusieurs rangées, et toutes munies d'un noyau, entouré de chromoleucytes. Autour de cette substance centrale ou médullaire se trouve la substance fibreuse ou corticale.

La tige des plumes piliformes représente donc un véritable poil. Sa substance médullaire ressemble à celle des poils, et non à la substance spongieuse des plumes.

Les poils qui partent de cette tige en sont de simples divisions qui se disposent sur ses parties latérales et qui se composent aussi, tantôt de deux substances, et tantôt d'une seule; en un mot, on peut les distinguer aussi en poils fibreux et poils médullo-fibreux. Ceux qui naissent de la base des poils sont plus volumineux; ils décroissent ensuite à mesure qu'on se rapproche de leur sommet. Ils ont pour attributs communs leur longueur, toujours très grande, et leur direction en général rectiligne. Sous ce double point de vue ils diffèrent très notablement des poils implantés sur les barbules.

En résumé, les plumes piliformes se distinguent des vraies plumes : 1° par leur tige, qui est arrondie, dépourvue de substance spongieuse, et semblable à un poil ; 2° par leurs divisions, qui sont cylindriques aussi et comme la tige comparables à des poils ; en un mot une plume piliforme est un poil ramifié. Toutes ces plumes piliformes sont douces au toucher, très soyeuses, peu perméables à l'eau, très perméables à l'air, qui s'accumule en fines bulles entre elles et leurs divisions, et qui pénètre dans leur épaisseur.

B. — Plumes sans tiges, sans barbes et sans barbules, ou plumes de duvet.

Aux vraies plumes et aux plumes piliformes viennent se joindre les plumes de duvet, qui diffèrent des unes et des autres. Comme celles-ci elles possèdent des attributs qui leur sont propres et qui les distinguent très nettement des deux classes précédentes.

Elles se montrent sur toutes les parties du corps, mais plus particulièrement sur le cou et les ailes. C'est au-dessous des plumes piliformes qu'on les trouve ; rien n'égale leur légèreté, l'extrême délicatesse de leur structure et la rare élégance de leur aspect.

Des quatre parties constituantes de la vraie plume, les plumes piliformes n'en possèdent que deux, la tige et les barbules. Plus simples encore, les plumes de duvet n'en possèdent qu'un seul, les poils. Mais quelle abondance ! Quelle splendide gerbe décrivent ces innombrables poils en rayonnant et retombant de tous côtés en courbes élégantes !

Ces plumes de duvet ne nous offrent en effet ni tige, ni barbe, ni barbules ; chacune d'elles se réduit à une véritable forêt de poils.

Tous ces poils partent du pied de la plume, en prenant aussitôt une direction divergente et curviligne, se croisant, se divisant, se ramifiant, se hérissant de poils secondaires.

Ils ne sont pas tous cependant d'un égal volume. Les plus volumineux naissent au point d'émergence de la plume. Ils sont au nombre de huit à dix ou douze. Après un court trajet ils se divisent et subdivisent, en sorte que chacun d'eux est le point de départ d'une foule de poils semblables, mais de plus en plus déliés.

Parmi ces poils, les plus nombreux présentent à de courtes distances des renflements coniques, dont la base se dirige en haut ; leur sommet se continue avec la base du cône sous-jacent. Chacun de ces cônes est formé d'une cellule ; autant de cônes, autant de cellules, dont la longueur est un peu inégale. Mais au milieu des longs poils constitués par ces cellules disposées en séries linéaires, il en est d'autres qui sont dépourvus de renflements, ou qui n'offrent à la place de ceux-ci que deux minimes pointes simulant un poil à peine ébauché (fig. 220, C).

Tel est le mode de configuration des poils de duvet, lorsqu'on considère seulement leur partie émergente ou extra-cutanée. Quant à leur racine, elle ne diffère pas de celle des vraies plumes et des plumes piliformes, si ce n'est par ses moindres dimensions; elle donne insertion aussi à un grand nombre de muscles, dix à douze au moins.

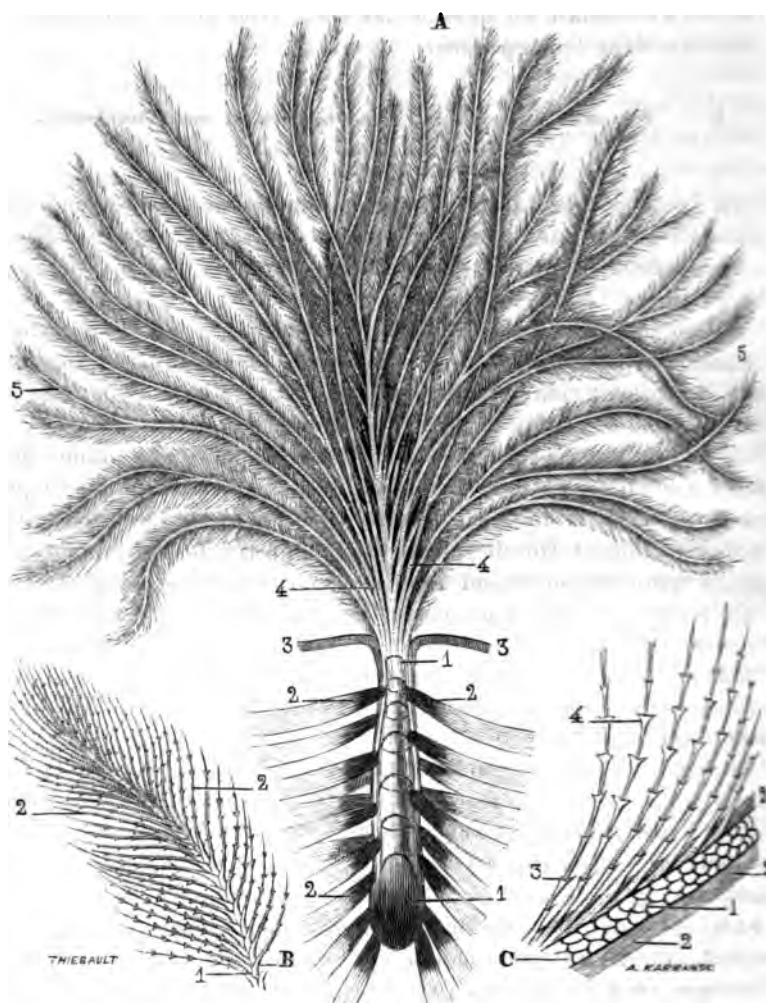


FIG. 220. — Une plume de duvet.

A. Une plume de duvet prise sur le cou du canard où elles existent en grand nombre. — 1, 1, racine de la plume. — 2, 2, 2, muscles très nombreux auxquels elle donne attache. — 3, 3, coupe de la peau. — 4, 4, les premières divisions de la plume

A ces principales variétés de plumes viennent s'en joindre beaucoup d'autres sur lesquelles je ne puis m'arrêter. Je dirai seulement que certaines plumes réunissent à la fois les attributs des plumes de première classe et ceux de la seconde. Ainsi les pennes des grands rapaces, comme l'aigle et le vautour, dont l'envergure, lorsqu'ils planent dans les hautes régions, mesure une étendue de plus de deux mètres, nous présentent au-dessus de l'ombilic supérieur des barbules piliformes, et un peu plus haut des barbes, qui deviennent piliformes à leur extrémité. Sur le paon, les longues plumes de la queue, qui ont plus d'un mètre, ne portent sur les parties latérales de leur tige que des barbules, qui rachètent leur simplicité par leur grande longueur et leur éclatant coloris.

§ 4. — DÉVELOPPEMENT DES PLUMES.

Les plumes prennent naissance sur un long follicule qui forme une dépendance de la peau. Nous allons décrire d'abord ce follicule et ensuite la plume proprement dite.

A. — *Follicule des plumes.*

Le follicule des poils dépasse rarement la couche profonde du derme, dans laquelle il est obliquement implanté. Celui des plumes est au contraire très long, bien que la peau chez les oiseaux soit très mince. Mais, pour consolider leur implantation, la nature a eu recours à deux procédés, l'un et l'autre fort simples. Si la plume est de petite dimension, la peau se soulève pour entourer sa racine, qui cependant descend toujours jusque dans le tissu conjonctif sous-cutané.

Si la plume est très grande, et elle peut atteindre de 25 à 50 et 60 centimètres, comme celle des grands voiliers, les racines alors se juxtaposent et la peau se prolonge sur toutes ces racines de 2, 3, 4 centimètres, puis se replie pour retourner à son point de départ; de là une sorte de membrane qui s'étend à toute la longueur de la main et de

qui manque de tige. — 5, 5, divisions de second ordre partant des précédentes; elles sont pourvues de divisions de troisième ordre.

B. *Partie terminale d'une division secondaire.* — 1, sa tige, de laquelle partent à droite et à gauche de très nombreuses divisions du troisième ordre. — 2, 2, ces divisions présentent chacune sur leur longueur des renflements équidistants.

C. *Une partie de la tige précédente vue à un plus fort grossissement.* — 1, cellules qui occupent son axe et qui sont aussi pleines d'air. — 2, 2, 2, étui de substance cornée qui recouvre ces cellules, lesquelles sont vues ici par transparence. — 3, divisions de troisième ordre. — 4, renflements triangulaires échelonnés sur leur trajet.

l'avant-bras, et qui rappelle celle dans laquelle sont contenus les doigts des palmipèdes. Entre les pieds ainsi conformés pour la natation aquatique et l'aile conformée pour la natation aérienne, il existe donc une remarquable analogie.

Le follicule des grandes plumes répond par son extrémité profonde à la face supérieure du radius et du cubitus, sur laquelle les pennes trouvent un solide point d'appui.

Quelles que soient leurs dimensions, les follicules, en définitive, sont logés dans l'épaisseur du tissu conjonctif, au milieu des muscles qui les entourent de toutes parts, et des éléments du tissu conjonctif qui leur sont tous subordonnés, tous existant pour les plumes, la peau leur étant subordonnée aussi.

Chacun de ces follicules comprend une enveloppe de nature épidermique qui lui adhère, et un bulbe ou organe producteur, analogue à la papille des poils, mais dont les dimensions sont relativement énormes et presque monumentales.

a. Enveloppe des follicules. — Cette enveloppe se présente aussi sous l'aspect d'un tube dont la longueur varie, mais qui est toujours plus long que celle des follicules pileux. Ce tube est provisoire. Il entoure et protège le bulbe, ou organe producteur de la plume. Mais, lorsque celle-ci aura parcouru les premières phases de son évolution, il disparaîtra, laissant à sa place un tube plus solide, le tube corné, qui est appelé lui-même à disparaître aussi, les plumes étant soumises à une mue perpétuelle.

Cet étui, ou tube provisoire, est composé de cellules, mais plus molles, plus larges que celles du tube corné, rappelant celles de l'épiderme; c'est un simple tube épidermique. Elles forment plusieurs plans. Les plus profondes sont ovoïdes; elles contiennent un petit noyau ovoïde aussi et des leucytes. Celles qui occupent des plans plus superficiels deviennent circulaires et plus larges; elles sont plus aplaties.

Lorsqu'on arrache une plume en voie d'évolution, on arrache aussi le tube épidermique, et l'on voit alors qu'il est ouvert à son extrémité inférieure pour donner passage au bulbe, et fermé à son extrémité supérieure, qui adhère aux barbes et barbules sous-jacentes. Il offre une teinte bleuâtre sur toute sa longueur; mais cette couleur est celle des barbes de la jeune plume; en ouvrant le tube, on reconnaît que ses parois sont transparentes.

b. Bulbe des follicules. — Le bulbe que contient le tube épidermique est aussi une papille; mais une large et longue papille, d'un volume bien supérieur à celui des plus grosses papilles de la peau. Elle remplit la totalité du tube. Sa surface est recouverte d'une couche de petites cellules nucléées et transparentes qui lui adhèrent. Il est nota-

blement plus étroit à son extrémité inférieure et présente par conséquent une forme pédiculée.

L'extrémité supérieure du bulbe diffère beaucoup, selon la période évolutive à laquelle on l'examine. Au début, elle est arrondie et plus volumineuse que l'extrémité opposée. Mais, à mesure que les barbes se développent, elle diminue de volume de haut en bas. En même temps, on voit se produire un phénomène remarquable : la couche endothéliale qui la recouvre s'en détache, sous la forme d'un entonnoir à base inférieure; à cet infundibulum en succède un second, puis un troisième et leur nombre peut s'élever jusqu'à dix ou douze. Ils forment une chaîne ininterrompue qui représente l'âme de la plume. Cette desquamation du sommet du bulbe a été considérée avec raison par Dutrochet comme une véritable mue; elle ne s'arrête que lorsque le bulbe est descendu jusqu'à l'ombilic inférieur. Alors commence dans le tube corné l'évolution d'une plume de seconde génération qui se substituera à la précédente, et dans laquelle se passeront toute une série de phénomènes semblables.

Le bulbe comprend, parmi ses éléments, du tissu conjonctif, des capillaires sanguins et des filets nerveux, éléments qu'entoure l'endothélium déjà mentionné. Nous sommes loin de l'époque à laquelle Poupert, et plus tard beaucoup d'autres, ne voyaient dans l'organe producteur des plumes qu'une *simple bouillie*. Définir ainsi un organe qui produit l'une des mille merveilles du monde organique, c'était tenir un langage étrange que la science réprouve et qu'elle ne tolérerait plus aujourd'hui.

Le tissu conjonctif, il est vrai, est d'une grande mollesse. Mais les réactifs démontrent bien clairement les faisceaux et les cellules qui le caractérisent. Les faisceaux, très petits, s'entre-croisent, comme dans toutes les autres parties du corps. Les cellules, très minimes aussi, se montrent en grand nombre dans toute son épaisseur.

Les capillaires sanguins sont particulièrement remarquables par leur calibre, par leur abondance et leurs anastomoses. Il en est de très gros, mais qui n'offrent cependant aucune trace de fibres musculaires; d'autres présentent de moyennes dimensions, et d'autres deviennent filiformes. Le réseau résultant de leur continuité est d'une extrême richesse. En les voyant se multiplier ainsi jusqu'à l'infini, on serait tenté de croire que tout le système capillaire de la peau se réfugie dans le bulbe des plumes.

Les filets nerveux qui accompagnent les vaisseaux sanguins viennent du système nerveux de la vie animale. Ils sont relativement beaucoup moins nombreux que les capillaires, au milieu desquels ils cheminent et se perdent.

Nous connaissons l'organe qui produit les plumes. Étudions mainte-

nant les résultats de son activité ; voyons comment il procède pour donner naissance aux quatre parties qui les composent.

B. — Développement des plumes proprement dites.

Le développement des différentes parties qui entrent dans la constitution des plumes est, de tous les points que comprend leur étude, celui qui soulève le plus de difficultés. Deux naturalistes, Dutrochet (1) et Frédéric Cuvier (2), l'ont abordé avec l'ardent désir d'éclairer ce point obscur d'anatomie ; et ils n'ont réussi ni l'un ni l'autre. Trois conditions leur manquaient pour atteindre ce but : le microscope, des connaissances histologiques, les procédés de la technique moderne.

C'est dans ces conditions meilleures que je vais essayer de l'aborder à mon tour avec la pensée aussi d'apporter un peu de lumière sur un sujet si intéressant et encore si peu connu. Les obstacles qui se dressent ici devant l'observateur ne tiennent pas seulement à la nature du sujet, mais surtout à la difficulté d'exposer clairement les détails qui s'y rattachent. Ils se succèdent et s'enchaînent de manière à former un véritable tableau qu'il faut présenter au lecteur ; et c'est pour l'avoir laissé un peu trop dans la pénombre, que Dutrochet et Frédéric Cuvier ont vainement tenté d'attirer l'attention de leurs contemporains sur ce point d'histoire naturelle.

Dans le développement des plumes, trois phénomènes dominent tous les autres, et il importe d'en avoir une claire notion avant de procéder à leur étude :

Premier phénomène, les plumes se développent de leur partie terminale vers leur racine : les poils paraissent d'abord, ensuite les barbules, puis les barbes et enfin la tige ;

Deuxième phénomène, ces quatre parties constituantes se forment dans la racine ; lorsque la plume apparaît au dehors, elle ne fait que s'épanouir, en étalant ses barbes et ses barbules.

Troisième phénomène, il existe dans la racine deux centres de génération, l'un inférieur et postérieur, l'autre supérieur et antérieur. Le premier donne naissance à l'étui corné, à la face postérieure de la tige, aux barbes et aux barbules ; le second produit la face antérieure de la tige et la substance spongieuse.

Pour observer les phases successives de l'évolution des plumes et pour les suivre dans leur enchaînement, afin d'en tracer un tableau

(1) Dutrochet, *Observations sur la structure et la régénération des plumes* (*Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, 1819, p. 333).

(2) Frédéric Cuvier, *Observations sur la structure et le développement des plumes* (*Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, t. XIII, 1825, p. 327).

complet et fidèle, nous allons pénétrer, par la pensée, dans leur racine.

Cette racine est constituée par le tube épidermique et par le bulbe qui le remplit. Le diamètre du tube est de 3 millimètres seulement. Supposons qu'au lieu de 3 millimètres il ait 3 mètres; il sera assez large pour admettre dans sa cavité un artiste armé de sa palette, de ses pinceaux et de ses couleurs; supposons que cet artiste dessine sur les parois du tube, d'abord les poils de la plume, puis les barbules, puis les barbes, puis la tige, et nous aurons à l'intérieur du tube un tableau réduit ou microscopique de toutes les parties qui la composent.

Ce tableau est-il purement fictif? Est-ce un simple rêve de la pensée? Non, ce tableau est réel; seulement l'artiste qui l'a si admirablement peint, c'est la nature elle-même, la nature armée non seulement de ses pinceaux et de ses couleurs, mais de toutes les ressources et de toutes les splendeurs de son génie.

Pendant qu'elle peint ce tableau, pénétrons nous-mêmes dans l'atelier

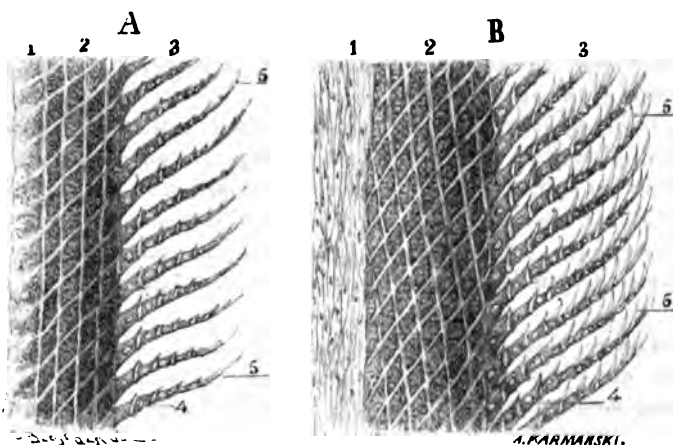


FIG. 221. — Développement des plumes.

A. Le développement des plumes s'opérant de leur partie terminale vers leur partie initiale commence par les barbules et les barbes. — 1, bord inférieur d'une barbe au début de son évolution et encore à l'état de simple ébauche. — 2, partie centrale ou corps de la barbe, représenté par de simples cellules de figure losangique. Plus tard ces cellules se transformeront en cellules aérifères. — 3, barbules occupant le bord supérieur de la barbe; elles sont représentées aussi par de simples cellules, disposées en séries linéaires. — 4, une barbule avec ses cellules. — 5, 5, poils naissant du contour et de la partie terminale des barbules.

B. Une barbe un peu plus avancée dans son développement, et prise comme la précédente au voisinage de l'extrémité inférieure du bulbe de la plume. — 1, son bord inférieur, dont les cellules sont encore peu apparentes. — 2, corps de la barbe, formé d'un plus grand nombre de cellules losangiques. — 3, barbules plus développées. — 4, 4, leurs cellules. — 5, 5, poils de ces barbules devenus très distincts.

où elle ébauche son œuvre, assistons à ses premiers coups de pinceau : nous verrons naître successivement les poils de la plume ; nous verrons ces poils s'implanter sur les barbules, celles-ci s'attacher aux barbes, les barbes s'attacher à la tige, et la tige s'allonger progressivement de haut en bas. Au début, nous n'avons qu'un portrait de la plume, un portrait inséparable du plan sur lequel il repose, comme tout portrait est inséparable de sa toile. Mais ce portrait, d'abord simple surface, va prendre une épaisseur, et nous le verrons alors se détacher de sa toile, s'enrouler sur lui-même et acquérir des dimensions de plus en plus grandes, sans sortir encore du tube qui le renferme.

L'évolution d'une plume comprend donc toute une série d'ébauches qui s'ajoutent les unes aux autres. Chacune de celles-ci nous représente une phase de leur développement. Pour les voir tour à tour se dérouler sous nos yeux, quelles conditions s'imposent à nous ? Une condition bien simple : il suffit d'ouvrir longitudinalement le tube sur les parois duquel sont exposés tous les détails que nous voulons observer. Ils appartiennent il est vrai au monde des infiniment petits ; mais nous avons le microscope à notre disposition ; soumettons-les à un grossissement de 300 ou 400 diamètres, et nous les verrons aussitôt s'éclairer d'une vive lumière.

Le bulbe se couvre d'abord de cellules ; puis celles-ci se dédoublent, se multiplient, se différencient, et se disposent chacune dans l'ordre qui leur est assigné par les lois du développement. Toutes sont remplies à leur apparition de chromoleucytes plus ou moins noirs et par conséquent très apparents ; les figures qu'elles forment en se juxtaposant sont bien dessinées et se détachent très clairement.

1° Centre postéro-inférieur de génération. — De ce premier centre, qui est aussi le plus important, naissent le tube corné, son prolongement postérieur formant la face convexe de la tige, les barbes, les barbules et les poils.

Pour simplifier notre étude, prenons une barbe, et suivons-la dans l'ordre de sa croissance, c'est-à-dire de haut en bas.

Le centre de génération postéro-inférieur est situé immédiatement au-dessus de la partie postérieure de l'ombilic inférieur. Sur ce point se montre à droite et à gauche notre première barbe. A quelques millimètres au-dessus de l'ombilic se dessine un poil, puis deux, trois et plusieurs. Au-dessous de ceux-ci apparaît une barbule, qui les relie entre eux ; et presque aussitôt, au-dessous de la barbule, une barbe, de l'extrémité inférieure de laquelle part un filament qui se juxtapose à un filament semblable émané d'une barbe située du côté opposé du centre de génération. Ces deux filaments juxtaposés s'attachent au point sous-jacent de l'ombilic.

A droite et à gauche de chacune de ces deux premières barbes s'en ajoute une seconde, puis une troisième, une quatrième, etc., et toutes ces barbes s'attachant aussi sur la circonférence de l'ombilic, en dehors de celles qui les ont précédées, cette circonférence est successivement envahie d'arrière en avant.

En même temps que les barbes se multiplient dans le sens de la circonférence, elles s'accroissent dans chacune de leurs parties constituantes; les poils deviennent donc plus longs et plus nombreux; les barbules plus longues aussi; les barbes plus longues et plus larges; leur filament d'attache de nature fibreuse se comporte de même. De la réunion de ces filaments résulte l'ébauche du tube corné qui n'offre à son apparition qu'une hauteur presque nulle, mais qui acquiert bientôt un millimètre, puis deux, et qui s'allonge ainsi de bas en haut, en prenant une consistance de plus en plus grande.

A dater de ce moment, la plume existe en miniature. Dans les phases suivantes elle s'accroît progressivement en longueur, en largeur et en épaisseur. Mais la place leur manquant alors pour s'étendre, les barbes s'enroulent à droite et à gauche, au-devant de la future tige. En s'enroulant ainsi, elles compriment la partie correspondante du bulbe qui commence à s'atrophier de haut en bas, qui se retire alors peu à peu vers l'ombilic inférieur en laissant à sa place une série d'entonnoirs, d'autant plus nombreux qu'il s'éloigne davantage de l'ombilic supérieur.

Telles sont les modifications successives qui se produisent dans le centre de génération postéro-inférieur. Elles sont si rapides qu'on a quelque peine à les suivre dans l'ordre où elles se succèdent. Mais cependant en ouvrant une série de jeunes plumes, les unes encore au début de leur développement, les autres plus ou moins avancées, on peut les rattacher à trois principales périodes.

Dans la première, les barbes se montrent, et s'étalent de chaque côté en se rapprochant de telle sorte que celles de droite et celles de gauche viennent se juxtaposer en avant, sans dépasser le plan sur lequel elles reposent; leur extrémité inférieure filiforme et transparente, composée de longues cellules à noyau, forme l'origine du tube corné, alors extrêmement court.

Dans la seconde, les barbes s'allongent et, ne trouvant plus une place libre en avant, se recourbent et commencent à s'enrouler sur elles-mêmes de chaque côté; de là deux petits cylindres qui se juxtaposent et que sépare un minime sillon, souvent peu apparent, les barbes droites et gauches s'entremêlant en partie; dans cette période le tube corné s'allonge davantage, le bulbe comprimé par les deux cylindres qui le recouvrent s'atrophie de haut en bas; une lamelle infundibuliforme s'en détache, puis deux et plusieurs.

Dans la troisième période, les deux demi-cylindres sortent et s'épanouissent au-dessus du tube épidermique, qui s'écaille et perd ses adhérences; l'air pénètre alors dans sa cavité et le bulbe continue à descendre rapidement vers l'ombilic inférieur.

Pour suivre ces trois périodes dans leur enchaînement, il faut ouvrir longitudinalement des tubes épidermiques d'abord très courts, et des tubes de plus en plus développés, en les maintenant sous l'eau; puis écarter les barbes sous-jacentes avec des aiguilles, afin de les faire flotter dans le liquide; et enfin, compléter l'observation en détachant avec des ciseaux des parcelles de la préparation prises à des hauteurs différentes, parcelles qu'on examine au microscope.

2° Centre de génération antéro-supérieur. — Ce second centre de génération, situé immédiatement au-dessous de l'ombilic supérieur, donne naissance à la lame cornée interne ou concave de la tige, et à la substance spongieuse.

La lame concave de la tige naît de cette partie supérieure du bulbe que les barbes ne recouvrent pas encore et se présente au début de sa formation sous l'aspect de deux filaments fibreux et transparents, l'un droit et l'autre gauche. Ils s'allongent rapidement en s'arrondissant dans le sens transversal. Un sillon très facile à voir et d'abord assez large les sépare; mais il se rétrécit à mesure que les deux filaments cornés s'élargissent. Un peu plus tard, ceux-ci arrivent au contact et s'unissent par leurs bords correspondants. L'espace qui les séparait prend alors la forme d'un sillon angulaire d'autant plus large qu'on le considère sur un point plus rapproché de l'ombilic supérieur; ils s'unissent de haut en bas. Leur union est d'abord très faible; elle devient ensuite plus solide; mais, pendant toute la durée du développement de la tige, il suffit d'un léger effort pour les séparer.

La substance spongieuse apparaît presque en même temps que les deux filaments cornés de la lame fibreuse concave. Elle se forme au-dessous de ces filaments, sur les parties latérales du bulbe, et se trouve d'abord représentée par deux bandelettes indépendantes, mais qui se rapprochent et se fusionnent très rapidement. En se développant, elles écartent la lame fibreuse externe de la lame fibreuse interne, et donnent ainsi à la tige la forme carrée qu'elle présente sur les coupes.

Aussitôt que la partie antéro-supérieure du bulbe a donné naissance aux deux parties qu'elle produit, les barbes s'avancent sur celles-ci et les recouvrent, sur une étendue de plus en plus grande, jusqu'au moment où, devenues libres, elles prennent leur direction définitive. En ouvrant le tube épidermique et en les écartant, on aperçoit toute la partie inférieure de la tige déjà en possession de ses trois parties con-

stituant et de sa forme ; mais les cellules de la substance spongieuse n'ont pas encore donné accès à l'air qui ne tardera pas à les remplir. La masse protoplasmique commence à peine à être résorbée.

§ 5. — PROPRIÉTÉS DES PLUMES.

Les organes sont faits pour la fonction qu'ils remplissent. Mille preuves le démontrent ; et dans ce nombre nous pouvons mettre les plumes. Le vol, en effet, est leur attribution la plus importante. Leur structure à la fois forte, légère et tout aérienne, atteste cette destination.

Leur solidité dérive de la part très importante que prend à leur composition la substance cornée qui réunit ici une remarquable souplesse à une grande résistance.

Leur légèreté est due sans doute aux barbes et aux barbules qui sont presque impondérables. Mais elle est due surtout à l'air qui remplit le tube corné, qui remplit toute la tige, qui remplit les barbes, et qui partout circule autour de celles-ci. Destinées à prendre leur unique point d'appui sur l'atmosphère qu'elles sillonnent dans tous les sens et à toutes les hauteurs, elles se pénètrent d'air de toutes parts ; elles le réchauffent et transforment ainsi toute l'enveloppe du corps de l'oiseau en une sorte de ballon qui tend par sa constitution même à s'élever au-dessus du milieu ambiant. A cet appareil aérostatique vient s'en ajouter un second, représenté par les neuf réservoirs aériens occupant la partie supérieure du corps, tandis que les lourds viscères en occupent la partie inférieure, jouant ainsi le rôle de lest. Ces deux appareils se complètent admirablement l'un par l'autre (1).

Ces trois propriétés : résistance, souplesse, légèreté, ne sont pas les seules que possède le plumage des oiseaux. A leur grande affinité pour l'air, les plumes réunissent une sorte de répulsion pour l'eau. Ce liquide tombe sur leur surface sans les mouiller ; il glisse sur elles sans les pénétrer. Les palmipèdes, en sortant de l'eau, n'ont qu'à imprimer à leur plumage un faible ébranlement pour restituer à toutes les plumes leur état normal de sécheresse. Cette propriété ne leur était pas moins utile que les précédentes ; immouillables, les plumes en effet conservent leur légèreté ; en se laissant pénétrer d'eau, elles la perdraient en partie.

La plupart des auteurs attribuent ce privilège à la matière sébacée que l'oiseau répand avec son bec sur ses plumes. Mais l'oiseau ne

(1) Voy. mes *Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux*, 1847, in-4°.

lubrifie ainsi que ses grandes plumes, celles des ailes ; il ne pourrait renouveler cette opération pour toutes et surtout pour les petites. L'observation nous montre, du reste, que certains oiseaux seulement se livrent à un pareil soin, qui semble avoir pour but plutôt de lustrer leurs principales plumes que de les lubrifier.

Leurs propriétés physiologiques ne semblent pas différer de celles des poils. Elles naissent, vivent et meurent. La nutrition est donc celle qui offre le plus d'importance. La vitalité qu'elles possèdent est surtout énergique au début de leur existence, à l'époque où les deux centres de génération du bulbe sont en pleine activité. Toutes leurs parties constituant se composent de cellules, et presque toutes ces cellules contiennent un noyau et un protoplasme ; dans toutes, par conséquent, se passe un mouvement continu de composition et de décomposition qui atteste cette vitalité.

§ 6. — PARALLÈLE DES POILS ET DES PLUMES.

La plupart des auteurs ont considéré les poils et les plumes comme des produits similaires, se rapprochant par les points principaux de leur structure, ne différant que par quelques traits d'importance secondaire.

Cette prédominance des analogies sur les différences a été trop facilement admise. On ne saurait contester, il est vrai, le très remarquable rapport qui existe entre la substance fibreuse des poils et la substance cornée qui forme le tube des plumes et les deux surfaces de leur tige. De part et d'autre nous trouvons ici des cellules fusiformes, parallèles, très fortement unies entre elles, et communiquant aux plumes comme aux poils deux de leurs principales propriétés : la résistance et la souplesse.

Il est vrai aussi que certaines plumes ne sont que des poils ramifiés ; mais cette seconde analogie découle de la précédente ; ces poils ramifiés sont formés de longues cellules fusiformes, réunies en faisceau sur la tige, s'écartant de celle-ci à mesure qu'elle se prolonge. Des poils elles ne possèdent que ces longues cellules ; les barbes et les barbules leur font défaut ; ce sont des plumes complètes par leur racine, incomplètes seulement par leur tige. On ne saurait contester cependant que cette analogie est réelle.

Il est vrai également que ces deux ordres de produits contiennent de l'air. Mais dans les poils cet air chemine entre les cellules ; il occupe les espaces intercellulaires. Dans les plumes, il pénètre jusque dans les cellules. Dès que celles-ci sont en pleine évolution, elles perdent leur protoplasme, leur noyau, leurs chromoleucytes, qui sont

rapidement résorbés, et on les voit alors se transformer toutes en réservoirs aériens, réservoirs multipliés à l'infini. L'analogie, ici, est donc plus apparente que réelle. On peut la définir en disant que les poils et les plumes sont aérophiles, que les poils le sont peu, que les plumes le sont à un degré bien supérieur, que l'air des poils est péricellulaire et celui des plumes intra-cellulaire.

Ces traits de ressemblance admis, combien les poils et les plumes diffèrent par tous les autres côtés de leur constitution! et combien ils diffèrent surtout par leur développement! Énumérons seulement les différences les plus importantes :

Les plumes possèdent une longue tige remplie de cellules aérifères ; cette tige fait défaut dans les poils ;

Les plumes présentent à droite et à gauche de cette tige une longue série de barbes rectilignes, parallèles et toutes aérifères ; ces barbes font défaut aussi sur les poils ;

Au bord supérieur des barbes sont annexées des barbules, extrêmement nombreuses, d'une nature spéciale ; ces barbules n'existent pas sur les poils.

La racine des plumes n'a rien de commun avec la racine des poils : d'un côté, nous voyons un tube résistant auquel s'attachent un grand nombre de muscles ; de l'autre, une enveloppe fibreuse formée par un prolongement de la peau.

Les plumes se développent dans un tube épidermique, à l'aide de cellules s'ajoutant les unes aux autres, et formant les barbes qui s'enroulent sur elles-mêmes, lesquelles parcourent presque toutes les phases de leur évolution à l'intérieur du tube ; les poils se constituent aux dépens des cellules qui recouvrent leur bulbe, de telle sorte que la première couche est soulevée par la seconde, celle-ci par la troisième, etc. Ils grandissent ainsi par une sorte de stratification dont les couches successives se fusionnent en naissant.

Soit qu'on les compare dans leur mode de conformation et leur structure, soit qu'on considère leur mode de développement, les poils et les plumes diffèrent en résumé par trop de points importants pour que nous puissions les rattacher à un seul et même système.

Concluons donc que les poils et les plumes ne sont pas des organes similaires, mais des organes dissemblables. Nous avons dû, par conséquent, contrairement à l'opinion générale, en faire deux systèmes, possédant chacun des attributs qui leur sont propres, et une autonomie qui ne peut plus être contestée.

SYSTÈME CORNÉ

Le système corné comprend trois principaux groupes d'organes : 1° les grands ongles, ou ongles des animaux ongulés; 2° les ongles de l'homme qui, par leur constitution, se rapprochent beaucoup des précédents; 3° les petits ongles, ou ongles des mammifères onguiculés, auxquels nous joindrons les ongles et le bec des oiseaux.

Considérés au point de vue de leur structure, on pourrait les ramener à deux ordres : les ongles de constitution piliforme, et les ongles de constitution épidermoïde ou stratifiés. Mais la première classification nous paraît préférable. Nous étudierons donc successivement les ongles des animaux ongulés, les ongles de l'homme, puis ceux des mammifères onguiculés et des oiseaux.

§ 1^{er}. — ONGLES DES ANIMAUX ONGULÉS.

A cette première classe appartiennent le sabot unique des solipèdes, le sabot bifide des ruminants et des pachydermes, les cornes frontales du bœuf et des antilopes, la corne nasale du rhinocéros, etc.

Laissant aux naturalistes le soin de décrire toutes les variétés relatives à la morphologie de ces ongles, je m'attacherai seulement à en étudier la structure, dont la connaissance éclaire d'une vive lumière celle des ongles de l'homme.

Les ongles des mammifères ongulés, comme ceux des deux autres classes, sont constitués par un prolongement de la peau qui joue à leur égard le rôle d'organe producteur, et par l'ongle proprement dit. A ces deux parties constituantes s'ajoutent pour les cornes un prolongement osseux qui leur sert de support, mais qui ne diffère pas de l'os frontal avec lequel il se continue.

A. — **Derme péri-onguéal.**

Le derme qui forme ce prolongement et celui qui entoure les dernières phalanges des pieds se continuent avec celui des parties voisines de la manière suivante : il remonte sur la circonférence mince et tranchante

Étant donnée une parcelle de l'une de ces trois parties, préalablement ramollies, on prend sur cette parcelle de minces tranches, et on les examine au microscope.

Sur les coupes transversales on remarque des anneaux concentriques qui ont pour centre un petit groupe de cellules arrondies ou polyédriques, pourvues d'un noyau et de leucytes. Elles représentent la substance molle ou médullaire d'un poil. Sur leur périphérie se montrent d'autres cellules, fusiformes et arciformes, de la réunion desquelles résultent des anneaux de plus en plus grands, et toujours très nombreux. Ces cellules, allongées et perpendiculaires aux précédentes, forment la substance plus dense et corticale des poils. Chaque

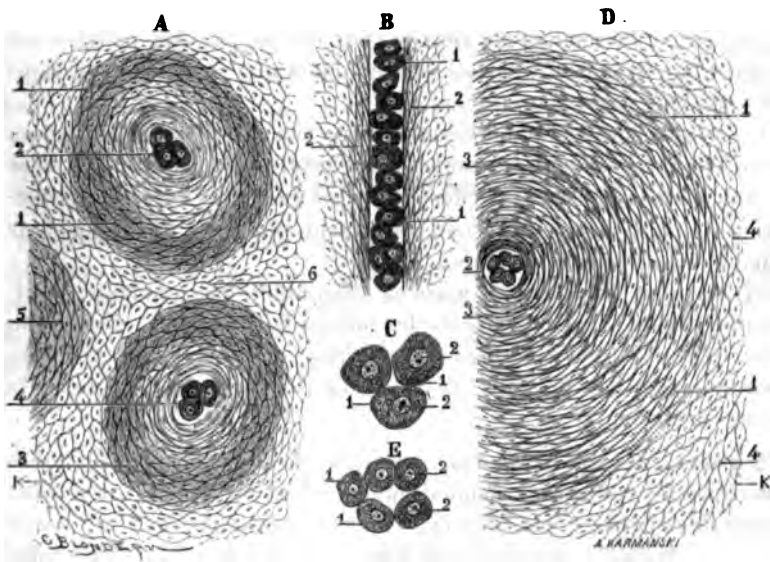


FIG. 223. — Structure des cornes des ongulés.

A. Coupe transversale d'une corne d'antilope *oryx*. — 1, 1, substance corticale d'un poil. — 2, sa substance médullaire. — 3, substance corticale d'un autre poil. — 4, sa substance médullaire. — 5, un autre poil, dont une partie seulement est visible. — 6, cellules intermédiaires jouant le rôle de moyens d'union.

B. Coupe longitudinale d'un poil. — 1, 1, cellules remplissant le canal du poil. — 2, 2, cellules formant sa substance corticale.

C. Trois cellules de la substance médullaire isolées et grossies. — 1, 1, leur protoplasme. — 2, 2, leur noyau.

D. Coupe transversale d'une corne de rhinocéros. — 1, 1, limites du poil. — 2, sa substance médullaire. — 3, 3, sa substance corticale. — 4, 4, cellules par lesquelles le poil s'unit aux poils environnants.

E. Cinq cellules de la substance médullaire du poil précédent vues à un plus fort grossissement. — 1, 1, leur protoplasme. — 2, 2, leur noyau.

poil se compose donc, comme les poils indépendants, de deux ordres de cellules différentes et différemment ordonnées.

Sur une même coupe transversale, il existe toujours un assez grand nombre de poils semblablement constitués. Ces poils s'unissent par leur contour et sur toute leur longueur.

Les anneaux concentriques de la substance corticale sont assez souvent elliptiques, ce qui a lieu lorsque les poils sont coupés obliquement. Toutes les cellules qui forment ces anneaux circulaires ou elliptiques sont pourvues aussi d'un noyau, qui est très petit et allongé, mais cependant très évident.

Sur les coupes longitudinales, on peut suivre la substance centrale ou médullaire sur toute l'étendue des poils; elles conservent les mêmes caractères. Le nombre des cellules diminue seulement à mesure qu'on se rapproche du sommet de ceux-ci. Sur ces coupes, les cellules qui forment la substance corticale offrent alors une forme ovoïde étant vues par leur partie moyenne.

Les coupes longitudinales viennent donc compléter la démonstration ébauchée par l'examen des coupes transversales. La conclusion à tirer de leur étude s'impose sans effort : le sabot du cheval est une agglomération de poils juxtaposés et très solidement unis entre eux depuis leur origine jusqu'à leur terminaison.

Si du sabot du cheval on passe au sabot bifide des ruminants, bœuf, mouton, béliet, etc., on constate les mêmes faits, la même disposition relative des cellules centrales et corticales, en un mot une structure identique pour tous les poils; et cette nouvelle étude nous conduit à la même conclusion.

2° Cornes des quadrupèdes. — Les tranches minces et transparentes détachées de ces cornes démontrent qu'elles sont formées aussi d'innombrables poils, et que ceux-ci se composent comme ceux des sabots de deux substances. Mais elles ne sont pas toutes également favorables à cette étude. C'est sur les cornes frontales des antilopes et sur la corne nasale du rhinocéros que les poils se montrent dans toute leur évidence. Cependant on peut les voir aussi sur celles du bœuf.

De l'ensemble des faits qui précèdent, je suis donc autorisé à conclure que chez les animaux où le tissu corné atteint son plus grand développement, il se compose de filaments formés d'une substance centrale ou médullaire et d'une substance corticale plus dense, et que sa structure par conséquent rappelle celle des poils. Ceux-ci, en d'autres termes, sont des filaments cornés isolés, et les grands ongles des filaments cornés agglomérés. En soudant les premiers, nous en ferions des lames; en dissociant les seconds, nous en ferions des poils. Si tous les poils indépendants étaient soudés, le corps serait emprisonné dans une cuirasse qui le condamnerait à l'immobilité. Mais

chacun de ceux-ci restant indépendant de ceux qui l'entourent, l'animal conserve à la fois tous les avantages du tissu corné et la pleine liberté de ses mouvements. La nature les a soudés sur certains points seulement pour créer d'autres organes qui rendent à l'organisme d'autres services; elle les a soudés à l'extrémité des phalanges pour en faire des annexes de l'appareil locomoteur, et sur le front pour donner à certains quadrupèdes des armes offensives et défensives.

L'analyse histologique démontre donc que le système corné chez les grands mammifères se compose de poils agglomérés et fortement soudés. Ces notions préliminaires acquises, abordons l'étude des ongles de l'homme.

§ 2. — DES ONGLES DE L'HOMME.

Ces ongles nous offrent aussi à étudier deux parties bien différentes, une partie dermique ou péri-onguéale, et une partie cornée.

A. — **Derme péri-onguéal.**

Le derme péri-onguéal s'avance sur le contour de l'ongle et le recouvre en partie, puis se réfléchit presque aussitôt pour passer au-dessous de l'ongle et se continuer au niveau de son extrémité libre avec celui des parties environnantes. On peut donc lui considérer trois parties : une partie sus-onguéale, une partie sous-onguéale, et une gouttière dans laquelle l'ongle est comme enchâssé.

Le *derme sus-onguéal* est un simple repli de la peau qui se forme de la manière suivante : parvenu au niveau de l'ongle, il se prolonge au-dessus de sa racine, sur une étendue de 5 à 6 millimètres, et au-dessus de ses bords sur une étendue de moins en moins grande, de telle sorte qu'au voisinage de l'extrémité libre de l'ongle il s'avance d'un millimètre seulement.

Après l'avoir ainsi recouvert, le derme se réfléchit en s'adossant à lui-même et revient vers son contour pour se continuer avec le derme sous-onguéal. Plus large sur la racine et terminé en pointe sur les côtés, le repli sus-onguéal revêt la forme d'un croissant. Sa lame superficielle ne diffère pas de celle des parties voisines. Sa lame profonde adhère très fortement aux parties correspondantes de l'ongle. Elle ne présente que de très petites papilles. L'une et l'autre sont riches en capillaires sanguins et lymphatiques, et abondamment pourvues aussi de ramifications nerveuses.

Le *derme sous-onguéal* est rectiligne dans le sens longitudinal, convexe dans le sens transversal. Il remonte jusqu'au tendon par lequel

l'extenseur s'attache aux dernières phalanges, et répond, par conséquent, à presque toute la longueur de celles-ci.

Sa face phalangienne adhère fortement au périoste de la phalange, et sa face onguéale très fortement aussi à la face concave de l'ongle.

Cette face onguéale est blanche dans son tiers supérieur, et d'une teinte rosée sur ses deux tiers inférieurs. Une ligne courbe, dont la concavité regarde le fond de la gouttière, sépare ces deux parties, en sorte que la première offre la figure d'une demi-lune, et la seconde celle d'un quadrilatère échancré au niveau de sa continuité avec la précédente.

Cette face est remarquable par la présence de crêtes parallèles et longitudinales. La crête médiane est rectiligne, et les autres curvilignes. Ces dernières, suivant la comparaison très exacte de Henle, se comportent à la manière de méridiens, qui, partant à droite et à gauche de la crête médiane, sont d'autant plus courbés qu'ils s'en trouvent plus éloignés. Au niveau de la portion semi-lunaire, les crêtes sont peu saillantes; mais sur la portion rosée elles deviennent beaucoup plus élevées et plus larges, puis se terminent brusquement au niveau du sillon qui sépare l'ongle de la pulpe des doigts.

Chacune de ces crêtes est recouverte de papilles irrégulièrement situées sur leur sommet. Au niveau de la partie semi-lunaire, les papilles, de même que les crêtes, sont très peu développées. Elles sont notablement plus volumineuses sur la portion quadrilatère. Quelques-unes, à leur sommet, se divisent en deux ou trois papilles plus petites. Elles sont toutes très vasculaires, mais ne contiennent aucun corpuscule du tact.

Le derme sous-onguéal n'offre pas la structure des parties tégumentaires environnantes. On n'observe, dans son épaisseur, ni glandes sébacées, ni glandes sudorifères; mais il est extrêmement vasculaire. Ses vaisseaux occupent sa couche la plus dense et la plus superficielle. De celle-ci, ils se prolongent dans toutes les papilles, en prenant alors le caractère de simples capillaires pour la plupart et en s'anastomosant dans leur épaisseur. Aux capillaires sanguins se mêlent de très nombreuses radicules lymphatiques, dont j'ai depuis longtemps observé et démontré l'existence. Ces capillaires lymphatiques se comportent comme ceux des papilles de la pulpe des doigts.

Des nerfs à myéline, remarquables aussi par leur volume et leur nombre, se ramifient dans le derme sous-onguéal. Leurs dernières divisions se perdent dans les papilles.

La *gouttière onguéale* est profonde dans sa partie médiane, que la plupart des auteurs appellent la *matrice* de l'ongle; elle devient de plus en plus superficielle sur les côtés, puis se termine en pointes au voisi-

nage du bord libre de l'ongle. Comme la lunule et la face profonde du repli sus-onguéal, elle ne présente aussi que de très petites papilles.

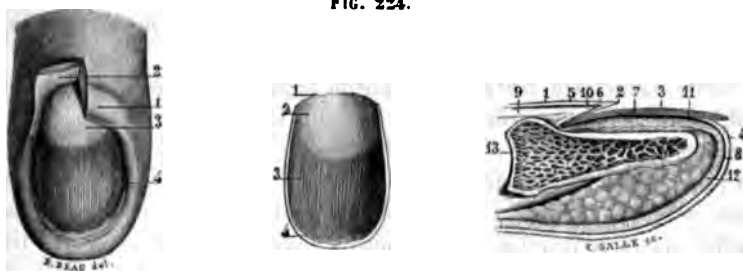
B. — De l'ongle proprement dit.

a. — Conformation extérieure des ongles.

Dans l'ongle, on distingue trois parties : une racine, un corps et une extrémité libre; ces trois parties se continuent du reste sans ligne de démarcation.

La *racine* est cette partie de l'ongle qui occupe la portion moyenne

FIG. 224.



A. — Derme péri-onguéal. B. — Face concave de l'ongle. C. — Coupe longitudinale de l'ongle et du derme.

A. Derme péri-onguéal. — 1, repli cutané qui couvre la racine de l'ongle ou derme sus-onguéal. — 2, coupe de ce repli, dont une moitié a été renversée pour montrer sa forme, sa hauteur et la gouttière qui loge la racine de l'ongle. — 3, partie supérieure ou semi-lunaire du derme sous-onguéal.

B. Face adhérente ou concave de l'ongle. — 1, son bord supérieur. — 2, partie qui répond à la portion semi-lunaire du derme sous-onguéal. — 3, partie qui répond à la portion rosée de ce derme. — 4, bord libre de l'ongle.

C. Coupe longitudinale de l'ongle, du derme péri-onguéal et de la phalange sous-jacente. — 1, couche cornée de l'épiderme de la face dorsale du doigt. — 2, cette même couche cornée, qui descend un peu sur le corps de l'ongle et qui ensuite remonte vers sa racine, pour se continuer avec l'origine de celle-ci. — 3, couche superficielle de l'ongle. — 4, couche cornée de l'épiderme de la pulpe du doigt, se continuant avec la face concave de la partie libre de l'ongle, de même que celle de la face dorsale se continue avec la face convexe de sa racine. — 5, couche muqueuse recouvrant la face libre du derme sus-onguéal. — 6, la même couche se réfléchissant pour tapisser la face profonde de celui-ci. — 7, cette même couche, qui, après s'être réfléchi une seconde fois au niveau du bord supérieur de l'ongle, descend sur le derme sous-onguéal. — 8, couche muqueuse de l'épiderme de la pulpe du doigt, se continuant au niveau de la partie libre de l'ongle avec la couche profonde de celui-ci. — 9, derme de la face dorsale du doigt. — 10, ce derme se réfléchissant pour remonter vers le fond de la gouttière onguéale. — 11, ce même derme, qui, après une seconde réflexion, descend verticalement entre l'ongle et la phalange. — 12, derme de la face palmaire du doigt. — 13, phalange onguéale dont la face dorsale est recouverte par le derme dans ses trois quarts inférieurs.

aux ongles ce que la papille est aux poils. La papille est le bulbe du poil et le derme sous-ongéal le bulbe de l'ongle. La papille ne produit qu'un poil; le bulbe sous-ongéal recouvert de papilles disposées en séries longitudinales en produit au contraire un très grand nombre: mais cette différence laisse intacte et entière l'analogie des deux organes.

Si cette analogie a été méconnue, c'est parce que les proportions relatives de l'organe producteur et de son enveloppe sont ici renversées; dans le système pileux le follicule est très long et le bulbe très court. Dans le système corné le follicule est très court et le bulbe très long. D'un côté c'est l'enveloppe qui prédomine, de l'autre c'est le bulbe. Mais celui-ci reste toujours identique à lui-même, puisque en le ram-

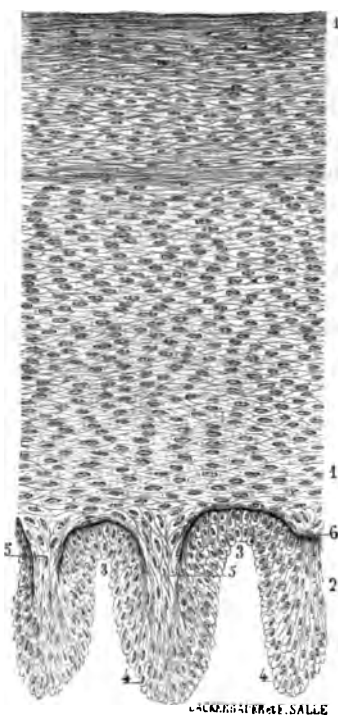


FIG. 225.

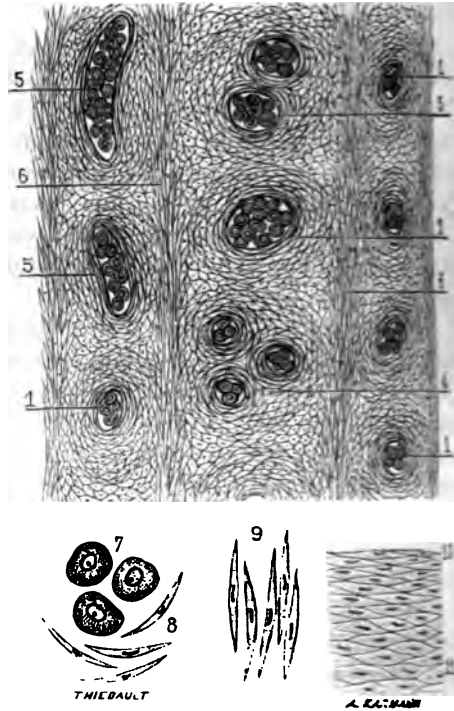


FIG. 226.

FIG. 225. — Coupe transversale de l'ongle montrant que chacune de ses cellules est pourvue d'un noyau et de leucytes. — 1, 1, sa couche superficielle. — 2, sa couche profonde. — 3, 3, sillons dans lesquels sont reçues les crêtes du derme sous-ongéal. — 4, crêtes de l'ongle. — 5, 5, partie centrale sommet des sillons. — 6, 6, ligne d'union des deux couches de l'ongle.

FIG. 226. — Coupe longitudinale de la couche profonde de l'ongle, pratiquée sur cette couche après avulsion de la couche superficielle. — 1, 1, 1, quatre poils naissant

nant à sa plus simple expression il est représenté en définitive par une papille, en général unique dans le système pileux, toujours multiple dans le système corné.

c. — *Structure des ongles.*

Nous avons vu que les plumes, pour la plupart, sont des poils ramifiés, et que les sabots et les cornes des mammifères ongulés sont des poils soudés, que ces trois ordres d'organes, poils, plumes et ongles, dérivent d'un même type, qu'ils ont pour base commune un simple filament corné, et que ce filament se compose de deux substances, l'une molle et centrale ou médullaire, l'autre plus dense et corticale ou périphérique.

Les ongles de l'homme sont constitués comme ceux des mammifères ongulés; leur constitution est piliforme aussi.

Rappelons qu'ils sont formés de deux plans ou de deux couches; que ces deux couches sont composées l'une et l'autre de cellules pourvues d'un noyau, d'un protoplasme et de leucytes; et que ceux-ci passent à l'état de chromoleucytes sur les ongles colorés des grands mammifères, mais restent toujours incolores chez l'homme. Les coupes transversales et longitudinales, ou obliques de l'ongle ne laissent aucun doute sur leur mode de constitution; ce sont des cellules vivantes. On n'observe pas sur ces organes les phénomènes de desquamation que présente la couche cornée. Ils tendent constamment à s'allonger et à s'épaissir, tandis que l'épiderme par la chute continue de ses cellules superficielles ou cellules mortes conserve une épaisseur à peu près égale pendant toute la durée de la vie.

Pour prendre une notion exacte de la structure de l'ongle, il faut le soumettre aussi à l'action des solutions alcalines qui le ramollissent rapidement, et qui permettent d'en détacher des coupes minces et transparentes. L'examen microscopique de ces couches atteste qu'ils sont formés aussi de poils parallèles et soudés par leur contour. Pour observer cette structure piliforme, on immergera l'extrémité terminale du pouce ou du gros orteil dans une solution alcaline un peu concentrée; et, aussitôt que l'ongle peut être arraché, on procédera à son avulsion en saisissant son bord libre avec une forte pince. Par ce pro-

des papilles de la même rangée, constitués chacun par une partie médullaire et une partie fibreuse. — 2, un poil plus gros partant d'une papille voisine et contenant un beaucoup plus grand nombre de cellules centrales que les précédents. — 3, deux poils naissant d'une même papille, et dont la partie fibreuse est commune à l'un et à l'autre. — 4, trois poils provenant de la même papille et presque contigus. — 5, 5, deux poils obliquement coupés. — 6, 6, cellules fusiformes occupant le fond des sillons. — 7, trois cellules médullaires grossies. — 8, quatre cellules fusiformes. — 9, cellules de la partie moyenne de l'ongle. — 10, 10, cellules superficielles de l'ongle.

cédé, on ne détache que la couche superficielle de l'ongle; sa couche profonde reste sur le derme sous-ongéal.

De cette couche profonde, on détache une lamelle horizontale ou parallèle au derme, on l'arrose d'une goutte de potasse au quart, et on l'examine à un grossissement de deux ou trois cents diamètres, immédiatement, ou après une attente de vingt-quatre ou quarante-huit heures, afin de laisser agir la solution alcaline. Sur cette préparation, on voit alors, et avec une très grande netteté, des coupes de poils transversales ou obliques (fig. 226).

Chacune de ces coupes comprend deux substances : l'une centrale, composée de petites cellules sphériques, dont le nombre varie de quatre ou cinq à dix ou douze. Autour de celles-ci se dessinent d'autres cellules allongées et perpendiculaires aux précédentes; en s'ajoutant et s'unissant par leurs extrémités, elles décrivent des anneaux concentriques, plus ou moins nombreux, qui s'unissent aux anneaux des poils voisins par les cellules de leur périphérie.

Sur les coupes ainsi obtenues, on observe, en un mot, des poils absolument semblables à ceux des sabots et des cornes des grands mammifères. On peut reconnaître aussi que ces poils partent des papilles. Ceux qui naissent de papilles surmontées de papilles secondaires sont plus rapprochés et enlacés par des anneaux concentriques contenant deux ou trois poils (fig. 226, 3, 4).

Tous les poils nés des papilles situées sur la même crête se soudent en restant néanmoins très distincts. Ils se disposent comme celles-ci en séries, mais un peu irrégulièrement, les uns naissant des papilles médianes de la crête, les autres des papilles latérales, et tous s'inclinant vers l'extrémité libre de la phalange correspondante; tous, en un mot, suivent une direction très oblique et presque parallèle à cette phalange.

Les poils provenant des papilles disposées sur une même ligne transversale forment une sorte de lamelle qui soulève celle qui l'a précédée et qui est soulevée à son tour par celle qui est plus antérieure; de là ces anneaux demi-circulaires que nous offrent les ongles abandonnés à leur croissance indéfinie; de là aussi la direction de ces ongles, qui ne rencontrant pas, comme chez les animaux ongulés, une force opposée remplissant l'office d'un contrepoids, qui obéissant tous au contraire à une seule et même force impulsive unique et oblique, s'inclinent tous aussi dans le même sens pour venir contourner l'extrémité terminale des phalanges.

Les poils qui partent des papilles les plus latérales de chaque crête se rencontrent par leurs contours, c'est-à-dire par leurs anneaux concentriques, au fond des sillons, d'où il suit que ceux-ci sont remplis par des cellules allongées et plus ou moins rectilignes, qu'on distingue

très bien sur les coupes pratiquées dans les conditions précédemment mentionnées (fig. 226, 6, 6).

Ce que j'avais vu d'abord sur les ongles de l'homme adulte, je viens de le voir aussi sur les ongles d'un enfant de six semaines.

Les ongles de l'homme sont donc constitués comme ceux des quadrupèdes ongulés et comme les cornes des grands mammifères. L'examen microscopique établit que leur structure est piliforme aussi.

Entre les poils, les plumes piliformes, les sabots et les cornes des quadrupèdes d'une part, et les ongles de l'homme de l'autre, il existe une si étroite analogie, que tous ces produits pourraient être rattachés à la même famille. Tous ont pour origine la couche muqueuse de l'épiderme; tous sont réductibles à l'état de simples filaments cornés. Si ces filaments restent isolés, ils prennent le nom de poils; s'ils se divisent, ils représentent des poils ramifiés, c'est-à-dire des plumes; s'ils se soudent, ils forment des sabots ou des cornes; si, en se soudant, ils s'étalent en surface, ils forment les ongles membraniformes de l'homme. Les attributions qu'ils remplissent varient donc selon qu'ils sont isolés, ramifiés ou soudés; mais leur constitution ne varie pas, elle reste à peu près identique pour tous.

Il n'en est pas de même pour les ongles des onguiculés et pour ceux des oiseaux.

§ 3. — ONGLES DES ONGUICULÉS ET DES OISEAUX.

Dans cette troisième série se trouvent compris : 1° les ongles de tous les quadrupèdes onguiculés; 2° ceux des pieds des oiseaux; 3° ceux qui contribuent à former leur bec.

Tous ces ongles pourraient être désignés sous la dénomination commune d'*ongles épidermoïdes*; car, par leur composition, ils se rapprochent si manifestement de l'épiderme que, dans mes premières recherches sur le bec des oiseaux et sur leurs ongles, j'avais cru pouvoir nier leur existence, les considérant comme à peu près identiques à cette membrane. Cependant, après de nouvelles études, je pense qu'il convient de leur faire une place à part. S'ils ont des caractères communs avec l'épiderme, ils offrent aussi des attributs qui leur sont propres. Ce sont ces attributs distinctifs que nous avons maintenant à déterminer.

Rappelons que les ongles des onguiculés et des oiseaux se composent de trois parties très différentes : d'un squelette, d'un prolongement de la peau et d'une couche cornée.

Le squelette du bec des oiseaux nous est connu. Le tissu qui le constitue présente tous les caractères du tissu osseux, ostéoplastes, cana-

de la gouttière onguéale. Mince, molle, élastique et flexible, de même longueur que le repli qui la recouvre, elle commence par un bord tranchant et finement dentelé. L'une de ses faces adhère au repli sus-onguéal, l'autre à la portion semi-lunaire du derme sous-onguéal.

Le *corps* de l'ongle, deux ou trois fois aussi long que la racine, mais beaucoup plus épais que celle-ci, s'étend du repli sus-onguéal au sillon creusé entre sa partie terminale et la pulpe des doigts. Sa face libre, convexe, présente des stries longitudinales plus ou moins apparentes. Sa face adhérente, concave, prend l'empreinte du derme sous-onguéal. On y remarque des sillons et des crêtes longitudinalement dirigés et alternativement disposés. Les sillons répondent aux crêtes du derme; leur sommet est criblé de petites dépressions destinées à loger les papilles. Les crêtes sont au contraire lisses et unies.

Les deux bords longitudinaux sont parallèles et arrondis; comme la totalité du corps, ils augmentent d'épaisseur à mesure qu'ils se rapprochent de l'extrémité libre de l'ongle.

Cette *extrémité libre*, qu'un sillon sépare de la pulpe des doigts, offre une longueur très variable suivant les individus. Chez ceux qui ne l'excisent pas, elle s'allonge de plus en plus, en se recourbant sous la peau. Dans les hospices consacrés à la vieillesse, il n'est pas très rare de voir l'ongle du gros orteil, abandonné à sa croissance naturelle, acquérir jusqu'à 2 centimètres d'étendue dans sa partie libre. Chez les Chinois, qui ne l'excisent pas, il peut atteindre 4 et 5 centimètres. En examinant la face dorsale de ces ongles monstrueux, on y remarque des sillons, transversaux et curvilignes, qui rappellent assez bien les stries circulaires et parallèles des cornes des ruminants.

b. — *Connexions des ongles avec les deux couches de l'épiderme.*

Ces connexions ont été et sont encore pour les auteurs un sujet de controverse. Nous verrons que les ongles de l'homme sont formés d'un plan superficiel et d'un plan profond plus mince. Afin de mieux définir leurs connexions, les histologistes ont suivi séparément les deux couches de l'épiderme.

La couche cornée, selon Bichat et Beclard, passerait au-dessus de l'ongle dont elle formerait le plan superficiel, puis se réfléchirait au-dessous de son bord libre pour se continuer avec celle de la pulpe des doigts et des orteils. Selon Lauth, après un très court trajet au-devant du repli sus-onguéal, elle se réfléchirait comme celui-ci pour remonter vers le fond de la gouttière onguéale et passerait ensuite sous l'ongle, qui en serait une dépendance.

Pour la plupart des auteurs modernes, la couche cornée se réfléchit au-devant du derme sus-onguéal, comme l'avance Lauth, puis passe

au-dessous de ce repli, et se continue ensuite avec le contour de l'ongle dont le plan superficiel serait une dépendance. Quant à la couche profonde ou muqueuse, elle suit très exactement le trajet du derme péri-onguéal. Tous les observateurs sont d'accord sur ce point, qui peut être considéré comme définitivement acquis à la science.

Reste donc à déterminer les connexions de la couche cornée. Constatons d'abord que sur les trois opinions qui précèdent les deux premières sont manifestement erronées. La dernière paraît mieux fondée; mais elle demande à être interprétée et discutée.

Pouvons-nous admettre que la couche cornée, après s'être réfléchie, se continue avec le contour de l'ongle, et forme ainsi son plan superficiel? A cette question je réponds affirmativement sur le premier point: oui, elle se continue avec le contour de l'ongle; le fait est de toute évidence.

Sur le second point ma réponse sera au contraire négative: non, cette couche ne forme pas le plan superficiel de l'ongle. Car le plan superficiel, comme le plan profond, se compose de cellules nucléées, c'est-à-dire de cellules vivantes; tous les observateurs le reconnaissent. Or la couche cornée se compose de cellules mortes; ces cellules, qui ne possèdent ni noyau, ni protoplasme, peuvent-elles donner naissance à des cellules qui possèdent ces deux éléments? Des cellules mortes, en d'autres termes, peuvent-elles engendrer des cellules vivantes? Poser la question c'est la résoudre.

Pour rentrer dans la vérité, il faut donc admettre que le plan superficiel des ongles, bien qu'il se continue avec la couche cornée, ne peut être considéré comme un prolongement de celle-ci; de même que le plan profond, il a pour origine la couche muqueuse de l'épiderme, qui seule possède des cellules pourvues de protoplasme et de noyau, qui seule possède des cellules pouvant se dédoubler et proliférer, qui seule enfin possède le don de produire des cellules vivantes.

En un mot, les connexions de l'épiderme avec les ongles peuvent être résumées dans les trois conclusions suivantes :

- 1° La couche muqueuse de l'épiderme suit très exactement le trajet du derme péri-onguéal, auquel elle reste partout appliquée et fortement adhérente;
- 2° La couche cornée, après s'être réfléchie, s'arrête sur le contour de l'ongle, à la constitution duquel elle ne prend aucune part;
- 3° Le derme sus-onguéal est l'analogue du derme péri-onguéal des mammifères ongulés et du follicule des poils; c'est une simple enveloppe, une sorte de gaine qui se réduit autour des ongles à ses moindres dimensions, qui est très longue au contraire pour les poils, mais qui remplit sur les uns et les autres le même usage; elle entoure et protège la racine de l'ongle, mais ne participe pas à sa formation;
- 4° Le derme sous-onguéal est l'organe producteur de l'ongle. Il est

aux ongles ce que la papille est aux poils. La papille est le bulbe du poil et le derme sous-onguéal le bulbe de l'ongle. La papille ne produit qu'un poil; le bulbe sous-onguéal recouvert de papilles disposées en séries longitudinales en produit au contraire un très grand nombre; mais cette différence laisse intacte et entière l'analogie des deux organes.

Si cette analogie a été méconnue, c'est parce que les proportions relatives de l'organe producteur et de son enveloppe sont ici renversées; dans le système pileux le follicule est très long et le bulbe très court. Dans le système corné le follicule est très court et le bulbe très long. D'un côté c'est l'enveloppe qui prédomine, de l'autre c'est le bulbe. Mais celui-ci reste toujours identique à lui-même, puisque en le rame-

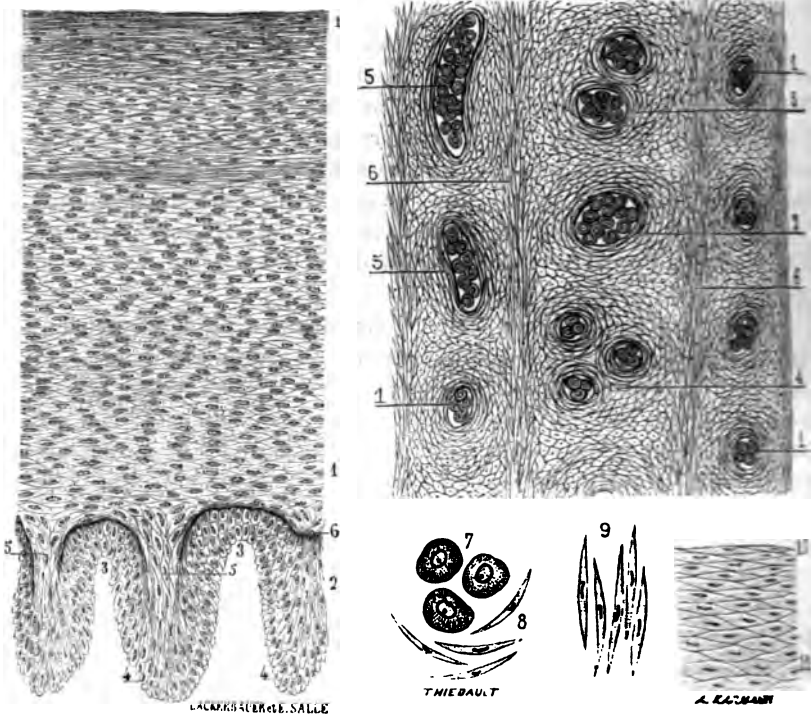


FIG. 225.

FIG. 226.

FIG. 225. — Coupe transversale de l'ongle montrant que chacune de ses cellules est pourvue d'un noyau et de leucytes. — 1, 1, sa couche superficielle. — 2, sa couche profonde. — 3, 3, sillons dans lesquels sont reçues les crêtes du derme sous-onguéal. — 4, crêtes de l'ongle. — 5, 5, partie centrale sommet des sillons. — 6, 6, ligne d'union des deux couches de l'ongle.

FIG. 226. — Coupe longitudinale de la couche profonde de l'ongle, pratiquée sur cette couche après avulsion de la couche superficielle. — 1, 1, 1, quatre poils naissant

nant à sa plus simple expression il est représenté en définitive par une papille, en général unique dans le système pileux, toujours multiple dans le système corné.

c. — *Structure des ongles.*

Nous avons vu que les plumes, pour la plupart, sont des poils ramifiés, et que les sabots et les cornes des mammifères ongulés sont des poils soudés, que ces trois ordres d'organes, poils, plumes et ongles, dérivent d'un même type, qu'ils ont pour base commune un simple filament corné, et que ce filament se compose de deux substances, l'une molle et centrale ou médullaire, l'autre plus dense et corticale ou périphérique.

Les ongles de l'homme sont constitués comme ceux des mammifères ongulés; leur constitution est piliforme aussi.

Rappelons qu'ils sont formés de deux plans ou de deux couches; que ces deux couches sont composées l'une et l'autre de cellules pourvues d'un noyau, d'un protoplasme et de leucytes; et que ceux-ci passent à l'état de chromoleucytes sur les ongles colorés des grands mammifères, mais restent toujours incolores chez l'homme. Les coupes transversales et longitudinales, ou obliques de l'ongle ne laissent aucun doute sur leur mode de constitution; ce sont des cellules vivantes. On n'observe pas sur ces organes les phénomènes de desquamation que présente la couche cornée. Ils tendent constamment à s'allonger et à s'épaissir, tandis que l'épiderme par la chute continue de ses cellules superficielles ou cellules mortes conserve une épaisseur à peu près égale pendant toute la durée de la vie.

Pour prendre une notion exacte de la structure de l'ongle, il faut le soumettre aussi à l'action des solutions alcalines qui le ramollissent rapidement, et qui permettent d'en détacher des coupes minces et transparentes. L'examen microscopique de ces couches atteste qu'ils sont formés aussi de poils parallèles et soudés par leur contour. Pour observer cette structure piliforme, on immergera l'extrémité terminale du pouce ou du gros orteil dans une solution alcaline un peu concentrée; et, aussitôt que l'ongle peut être arraché, on procédera à son avulsion en saisissant son bord libre avec une forte pince. Par ce pro-

des papilles de la même rangée, constitués chacun par une partie médullaire et une partie fibreuse. — 2, un poil plus gros partant d'une papille voisine et contenant un beaucoup plus grand nombre de cellules centrales que les précédents. — 3, deux poils naissant d'une même papille, et dont la partie fibreuse est commune à l'un et à l'autre. — 4, trois poils provenant de la même papille et presque contigus. — 5, 5, deux poils obliquement coupés. — 6, 6, cellules fusiformes occupant le fond des sillons. — 7, trois cellules médullaires grossies. — 8, quatre cellules fusiformes. — 9, cellules de la partie moyenne de l'ongle. — 10, 10, cellules superficielles de l'ongle.

cédé, on ne détache que la couche superficielle de l'ongle; sa couche profonde reste sur le derme sous-ongéal.

De cette couche profonde, on détache une lamelle horizontale ou parallèle au derme, on l'arrose d'une goutte de potasse au quart, et on l'examine à un grossissement de deux ou trois cents diamètres, immédiatement, ou après une attente de vingt-quatre ou quarante-huit heures, afin de laisser agir la solution alcaline. Sur cette préparation, on voit alors, et avec une très grande netteté, des coupes de poils transversales ou obliques (fig. 226).

Chacune de ces coupes comprend deux substances : l'une centrale, composée de petites cellules sphériques, dont le nombre varie de quatre ou cinq à dix ou douze. Autour de celles-ci se dessinent d'autres cellules allongées et perpendiculaires aux précédentes; en s'ajoutant et s'unissant par leurs extrémités, elles décrivent des anneaux concentriques, plus ou moins nombreux, qui s'unissent aux anneaux des poils voisins par les cellules de leur périphérie.

Sur les coupes ainsi obtenues, on observe, en un mot, des poils absolument semblables à ceux des sabots et des cornes des grands mammifères. On peut reconnaître aussi que ces poils partent des papilles. Ceux qui naissent de papilles surmontées de papilles secondaires sont plus rapprochés et enlacés par des anneaux concentriques contenant deux ou trois poils (fig. 226, 3, 4).

Tous les poils nés des papilles situées sur la même crête se soudent en restant néanmoins très distincts. Ils se disposent comme celles-ci en séries, mais un peu irrégulièrement, les uns naissant des papilles médianes de la crête, les autres des papilles latérales, et tous s'inclinant vers l'extrémité libre de la phalange correspondante; tous, en un mot, suivent une direction très oblique et presque parallèle à cette phalange.

Les poils provenant des papilles disposées sur une même ligne transversale forment une sorte de lamelle qui soulève celle qui l'a précédée et qui est soulevée à son tour par celle qui est plus antérieure; de là ces anneaux demi-circulaires que nous offrent les ongles abandonnés à leur croissance indéfinie; de là aussi la direction de ces ongles, qui ne rencontrant pas, comme chez les animaux ongulés, une force opposée remplissant l'office d'un contrepoids, qui obéissant tous au contraire à une seule et même force impulsive unique et oblique, s'inclinent tous aussi dans le même sens pour venir contourner l'extrémité terminale des phalanges.

Les poils qui partent des papilles les plus latérales de chaque crête se rencontrent par leurs contours, c'est-à-dire par leurs anneaux concentriques, au fond des sillons, d'où il suit que ceux-ci sont remplis par des cellules allongées et plus ou moins rectilignes, qu'on distingue

très bien sur les coupes pratiquées dans les conditions précédemment mentionnées (fig. 226, 6, 6).

Ce que j'avais vu d'abord sur les ongles de l'homme adulte, je viens de le voir aussi sur les ongles d'un enfant de six semaines.

Les ongles de l'homme sont donc constitués comme ceux des quadrupèdes ongulés et comme les cornes des grands mammifères. L'examen microscopique établit que leur structure est piliforme aussi.

Entre les poils, les plumes piliformes, les sabots et les cornes des quadrupèdes d'une part, et les ongles de l'homme de l'autre, il existe une si étroite analogie, que tous ces produits pourraient être rattachés à la même famille. Tous ont pour origine la couche muqueuse de l'épiderme; tous sont réductibles à l'état de simples filaments cornés. Si ces filaments restent isolés, ils prennent le nom de poils; s'ils se divisent, ils représentent des poils ramifiés, c'est-à-dire des plumes; s'ils se soudent, ils forment des sabots ou des cornes; si, en se soudant, ils s'étalent en surface, ils forment les ongles membraniformes de l'homme. Les attributions qu'ils remplissent varient donc selon qu'ils sont isolés, ramifiés ou soudés; mais leur constitution ne varie pas, elle reste à peu près identique pour tous.

Il n'en est pas de même pour les ongles des onguiculés et pour ceux des oiseaux.

§ 3. — ONGLES DES ONGUICULÉS ET DES OISEAUX.

Dans cette troisième série se trouvent compris : 1° les ongles de tous les quadrupèdes onguiculés; 2° ceux des pieds des oiseaux; 3° ceux qui contribuent à former leur bec.

Tous ces ongles pourraient être désignés sous la dénomination commune d'*ongles épidermoïdes*; car, par leur composition, ils se rapprochent si manifestement de l'épiderme que, dans mes premières recherches sur le bec des oiseaux et sur leurs ongles, j'avais cru pouvoir nier leur existence, les considérant comme à peu près identiques à cette membrane. Cependant, après de nouvelles études, je pense qu'il convient de leur faire une place à part. S'ils ont des caractères communs avec l'épiderme, ils offrent aussi des attributs qui leur sont propres. Ce sont ces attributs distinctifs que nous avons maintenant à déterminer.

Rappelons que les ongles des onguiculés et des oiseaux se composent de trois parties très différentes : d'un squelette, d'un prolongement de la peau et d'une couche cornée.

Le squelette du bec des oiseaux nous est connu. Le tissu qui le constitue présente tous les caractères du tissu osseux, ostéoplastes, cana-

licules de Havers, vascularité, etc. Il semble cependant posséder une densité toute spéciale; car il se présente dans une foule d'ongles, dans ceux des félins, par exemple, et sur les mandibules d'un grand nombre d'oiseaux sous la forme de longs prolongements rectilignes ou curvilignes presque aussi déliés qu'une aiguille, et ces prolongements filiformes sont doués d'une résistance à toute épreuve; ils ne se rompent jamais; ils ne sont pas fragiles; ils représentent, pour l'animal qui les possède, des armes d'une rare perfection. A quelle cause rattacher cette merveilleuse résistance, bien supérieure à celle de toutes les autres pièces du squelette? Peut-être aux deux couches qui les recouvrent.

Le prolongement qu'ils reçoivent de la peau les consolide sans doute en leur formant une gaine complète et assez épaisse qui s'étend jusqu'à leur extrémité, si acérée qu'elle soit. Dans cette gaine, on retrouve tous les éléments de l'enveloppe cutanée, tissu conjonctif, artérioles, veinules, capillaires, ramifications nerveuses; et tous ces vaisseaux et nerfs sont très anastomosés aussi. Lorsqu'on scie l'ongle d'un oiseau ou d'un mammifère onguiculé, si petit qu'il soit, le premier phénomène qui se montre est un épanchement sanguin; les dents de la scie rougissent aussitôt. Sur l'extrémité terminale du bec des palmipèdes les vaisseaux sont si abondants et si volumineux, qu'une très petite incision devient la source d'une hémorrhagie qui peut-être suffirait pour déterminer la mort.

J'arrive à l'ongle proprement dit. Il est formé par un prolongement de l'épiderme, de même que la couche sous-jacente est formée par un prolongement de la peau. Mais ici il se produit un fait semblable à celui que nous ont présenté les ongles de l'homme. Sur le contour de ceux-ci, la couche cornée s'arrête et la couche muqueuse seule se prolonge. C'est ce prolongement de la couche muqueuse qui constitue l'ongle des onguiculés et des oiseaux. Comme cette couche, il se compose exclusivement de cellules nucléées; d'où l'aspect tout particulier qui le distingue de l'épiderme, d'où aussi sa densité et sa résistance, qui le rapproche de nos ongles. Comme ceux-ci, il tend sans cesse à s'allonger et à s'épaissir, et deviendrait nuisible à l'animal qui le possède, s'il ne prenait soin, par l'usage qu'il en fait et par des frottements instinctifs, d'user sa partie exubérante.

La peau, en se prolongeant sur le bec des oiseaux et sur la phalange des onguiculés, n'emporte donc avec elle que la couche muqueuse de son épiderme; elle se comporte comme chez les onglés et chez l'homme. Mais ici la couche muqueuse devient le point de départ de poils parallèles qui se soudent dans leur trajet. Sur les oiseaux et les onguiculés, on n'observe rien de semblable. Les cellules de l'ongle se superposent simplement en formant un nombre

variable de couches, qui offrent la dureté de la corne, mais qui n'en possèdent pas la structure.

Il existe par conséquent des ongles de deux ordres bien différents : ceux qui offrent une structure piliforme et ceux qui sont simplement stratifiés.

§ 4. — PROPRIÉTÉS ET DÉVELOPPEMENT DES ONGLES.

A. Propriétés. — Les ongles se composent de cellules nucléées, c'est-à-dire de cellules vivantes ; ils possèdent donc des propriétés physiques et des propriétés physiologiques.

a. Propriétés physiques. — Ces organes sont durs et résistants, incolores ou colorés, élastiques, non fragiles, non hygrométriques et mauvais conducteurs du calorique.

Leur dureté et leur résistance représentent assurément leurs propriétés les plus remarquables. Alors même qu'ils se réduisent à leurs plus minimes dimensions, ils ne perdent rien de ces deux avantages, en sorte que même dans ces conditions ils restent pour l'animal une arme qui suffit encore à sa défense, et à l'aide de laquelle il peut pourvoir à son alimentation.

En s'allongeant, ils deviennent pour les oiseaux des organes de stabilité ; en s'épaississant, ils protègent chez les grands quadrupèdes la partie terminale des membres et permettent à ceux-ci de supporter le poids énorme dont ils sont chargés. En s'allongeant et s'épaississant à la fois, ils forment ces puissants moyens d'attaque et de défense qui surmontent la région frontale de certains mammifères. A mesure que leurs dimensions augmentent, leur densité et leur résistance augmentent aussi.

Réduit en lames minces, le tissu corné est transparent. Plus épais, il devient *opaque*. Chez un grand nombre de mammifères, il reste incolore. Chez d'autres, plus nombreux encore, il prend une teinte brune ou noire.

Leur élasticité est d'autant moindre qu'ils forment des masses plus considérables. Les ongles de l'homme, lorsqu'on les laisse tomber, rebondissent à une certaine hauteur.

J'ai déjà mentionné la densité toute spéciale qu'ils possèdent et qui leur communique le privilège d'être à la fois très durs et non fragiles. Leur dureté n'est pas moins grande que celle du tissu osseux ; mais celui-ci est fragile, alors même qu'il atteint ses plus grandes dimensions ; les ongles, les cornes, les sabots ne se brisent pas. Leur force de cohésion est telle qu'ils peuvent résister à des efforts que les os sont incapables de supporter. Ils semblent participer à la fois du tissu osseux et du tissu cartilagineux, empruntant au premier sa dureté

et au second son élasticité; ces deux avantages associés en font des organes sans analogues.

Nous avons vu que les poils sont hygrométriques. Constitués par des poils soudés, on aurait pu croire que les ongles le sont aussi. Or ils ne semblent pas l'être ou le sont à peine. Ceux qui, par leur destination, se trouvent souvent immergés dans l'eau, n'absorbent pas ce liquide et conservent invariablement le même volume. Dans un bain un peu prolongé, la couche cornée de notre épiderme blanchit et s'épaissit; nos ongles conservent leur demi-transparence et leur épaisseur sans subir la moindre modification. Le système corné, sous ce rapport, diffère essentiellement du système pileux.

L'un et l'autre se rapprochent au contraire par les propriétés qu'ils possèdent d'être mauvais conducteurs du calorique, propriété que le génie de l'homme utilise pour protéger les sabots du cheval.

b. *Propriétés physiologiques.* — Elles diffèrent peu de celles du système pileux et dérivent aussi des cellules qui le composent. Celles-ci possédant un noyau et un protoplasme, elles sont aussi en possession d'une incontestable vitalité. Mais cette propriété n'est pas égale pour les deux ordres de cellules.

Celles qui forment la substance médullaire des poils étant plus vivantes et en contact presque immédiat avec les capillaires sanguins des papilles ont pour attribution d'absorber les sucs assimilables nécessaires au tissu corné. Ces sucs, elles les transmettent aux cellules arborescentes des anneaux concentriques, et remplissent ainsi le rôle de canaux d'irrigation. C'est par leur intermédiaire que les sucs nutritifs arrivent jusqu'à l'extrémité des poils les plus longs et jusqu'à la périphérie des ongles les plus volumineux.

A la propriété qu'il possède d'absorber certains principes d'assimilation et de les utiliser pour la vie latente qui lui est propre, le tissu corné réunit celle de naître, de croître, de se développer et d'arriver ainsi à des dimensions qui se mesurent au nombre des années.

c. *Compositions chimiques.* — Le tissu corné est principalement formé de *kératine* unie à une très minime proportion de substances minérales, chlorures alcalins, phosphate de chaux, de magnésie, de fer, de silice; elle comprend les principes suivants dans sa composition, d'après Mulder :

Carbone	50,5
Hydrogène	6,9
Azote	17,5
Soufre	3,2

La kératine contient donc une proportion relativement élevée de soufre. L'acide acétique dilué gonfle le tissu corné sans le dissoudre.

Soumis à l'ébullition dans l'acide sulfurique, ce tissu se ramollit et se transforme en produits divers.

Les alcalis le ramollissent aussi et mieux encore. Immérgés pendant vingt-quatre heures dans la soude ou la potasse au 5°, les sabots, les cornes se transforment en une sorte de pulpe résultant de la dissociation des cellules. En examinant celles-ci au microscope, on les trouve encore intactes. Si l'action des alcalis est plus prolongée, les cellules finissent par se dissoudre.

Lorsqu'on se propose d'étudier la structure du tissu corné, il convient d'employer la potasse au 10° seulement. A ce degré, il est assez ramolli pour se laisser diviser en tranches minces.

B. Développement du tissu corné. — Ce développement est mal connu encore. La description qu'en donnent les histologistes modernes est basée sur une erreur. Pour eux, la couche superficielle des ongles de l'homme est une dépendance de la couche cornée de l'épiderme; de là une regrettable confusion consistant à faire naître une couche vivante d'une couche morte.

J'ai déjà protesté contre cette opinion, qui a pour elle le nombre, mais qui a contre elle toutes les données de la saine physiologie. Je le répète encore, les cellules superficielles comme les cellules profondes de l'ongle contiennent un noyau et un protoplasme; elles possèdent incontestablement les attributs de la vitalité. Celles de la couche cornée ne contiennent ni noyau, ni protoplasme; elles sont incontestablement mortes, et par conséquent ne peuvent rien produire.

Conclusion, les deux couches de l'ongle tirent leur origine de la même source, de la couche muqueuse qui recouvre le derme sous-onguéal. L'une et l'autre se composent de poils; et ces poils naissent des papilles qui surmontent les crêtes du derme.

Je rappelle aussi que le derme sus-onguéal est l'analogue du follicule des poils; il est à l'ongle ce que le follicule est aux poils. On voit sa couche cornée se réfléchir sur son bord libre pour cheminer ensuite vers le fond de la gouttière onguéale; et dans cette seconde partie de son trajet la couche cornée, composée de cellules mortes, lui adhère comme la gaine externe du follicule adhère aux poils. Mais de même que celui-ci ne produit pas le poil, de même aussi le repli sus-onguéal ne prend aucune part à la production de l'ongle. Nous admettons donc comme un fait absolument incontestable que les ongles ont pour unique origine le derme sous-onguéal, ce que l'histologie démontre, du reste, en se conformant aux procédés d'étude que j'ai précédemment exposés.

Ce fait admis, voici le processus qui préside au développement de l'ongle: des cellules qui recouvrent les papilles, les unes sont en

rapport avec elles, ce sont les cellules de la substance médullaire des poils ; elles empruntent aux capillaires sanguins sous-jacents des sucs assimilables qui leur permettent de s'accroître, de se multiplier et de former des filaments de plus en plus longs.

De ces cellules centrales, les sucs nutritifs passent dans celles qui les entourent, lesquelles s'accroissent et se multiplient aussi.

Ainsi se produisent les poils qui forment le tissu corné. Ils naissent de toute la surface du derme sous-onguéal, exclusivement de cette surface, et se dirigent vers l'extrémité libre des phalanges. Tous ceux qui se trouvent situés sur une même ligne longitudinale se juxtaposent et se soudent en s'avancant de plus en plus vers cette extrémité libre. Ceux qui sont situés sur une même ligne transversale se soudent aussi et forment des lamelles demi-circulaires. Celles-ci se superposent et s'imbriquent d'arrière en avant, comme chez les ruminants. De là deux ordres de saillies : les unes longitudinales, répondant aux poils qui se dirigent de la base vers le sommet de la phalange ; les autres, transversales ou semi-annulaires, répondant aux lames qui s'étendent de l'un à l'autre de ses bords.

Les poils qui partent des grosses papilles, c'est-à-dire de celles qui sont situées sur la partie rouge du derme sous-onguéal, sont les plus gros et les plus longs. Ceux qui naissent des très petites papilles de la portion semi-lunaire sont plus petits et moins nombreux. Ainsi s'explique la grande minceur de la racine des ongles ; cette racine est mince parce qu'elle provient de la partie la moins féconde du derme sous-onguéal. C'est donc une bien grande erreur de considérer la partie médiane de la gouttière onguéale, comme la matrice de l'ongle ; la véritable matrice de l'ongle c'est tout le derme sous-onguéal ; sa partie blanche ou semi-lunaire n'en représente qu'une partie et la partie la moins importante.

Tous les poils qui par leur soudure forment les ongles naissent en résumé des papilles du derme sous-onguéal. En se superposant ils donnent à l'ongle une épaisseur de plus en plus grande, de telle sorte que leur extrémité initiale en représente toujours la partie la plus mince, et leur extrémité terminale la partie la plus épaisse.

Ces organes apparaissent vers la fin du troisième mois de la vie intra-utérine. Ils sont déjà complètement formés à la naissance. A mesure que les doigts et les orteils se développent, ils prennent aussi des dimensions de plus en plus grandes.

Après leur chute ou leur avulsion, ils repoussent si le derme sous-onguéal est sain, mais n'arrivent à leur complète évolution qu'après une durée de cinq ou six mois.

SYSTÈME MUQUEUX

Ce système est représenté par l'ensemble des membranes qui se continuent par les orifices du corps avec le système cutané.

En se continuant avec l'enveloppe cutanée, elles constituent la *membrane tégumentaire*, dont une moitié se trouve rejetée aux dernières limites de l'organisme, c'est le *tégument externe*, tandis que l'autre pénètre et se ramifie dans ses profondeurs, c'est le *tégument interne* ou système muqueux.

Le tégument externe entrant largement en contact avec l'air atmosphérique, subissant son influence qui se répartit d'une manière égale sur toute sa surface, et offrant une résistance égale aussi à toutes les impressions qu'il reçoit, présente le même aspect et une structure à peu près identique sur toute sa vaste étendue.

Le tégument interne se trouvant en contact avec des fluides et des corps très différents, répondant dans son trajet à des organes très différents aussi, ne nous offre pas cette similitude d'aspect et de composition qui caractérise le précédent. En passant de l'un à l'autre viscère il se modifie beaucoup. Le tégument externe, partout semblable à lui-même, forme un seul et même organe. Le tégument interne, au contraire, comprend un grand nombre d'organes très dissemblables. L'unité est l'attribut de l'un et la diversité l'attribut de l'autre.

Soit qu'on considère le tégument interne ou système muqueux au point de vue morphologique, soit qu'on l'envisage au point de vue de sa structure ou de son développement, on se trouve conduit, pour en prendre une notion exacte et complète, à le diviser en plusieurs départements qui diffèrent beaucoup les uns des autres.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DU SYSTÈME MUQUEUX.

Bichat, qui nous a donné le premier une vue générale du système muqueux, l'a divisé en deux principales membranes, dont l'une recouvre les voies digestives et respiratoires, et l'autre les organes de la généra-

tion et de l'urination. A la première, il a donné le nom de *muqueuse gastro-pulmonaire*, et à la seconde celui de *génito-urinaire*.

Cette première division s'impose comme une réalité ; aussi a-t-elle été universellement acceptée. Ces deux muqueuses diffèrent par leur étendue, par leur structure, par leur développement, par leurs propriétés, par leur destination. Il importe donc d'étudier séparément l'une et l'autre. Nous pourrons ensuite les comparer et reconnaître combien chacune d'elles se modifie dans le trajet qu'elle parcourt, et combien aussi ces modifications, pour la plupart, apparaissent brusquement.

A. — *Muqueuse gastro-pulmonaire.*

La muqueuse gastro-pulmonaire, dans la première partie de son trajet, s'étend de l'orifice buccal à l'estomac, se renfle alors considérablement, puis se contourne pour suivre les replis de l'intestin grêle et du gros intestin. Elle comprend donc quatre parties très distinctes par leur forme et leurs dimensions : la première est infundibuliforme ; la seconde représente un renflement conoïde ; la troisième un tube régulièrement cylindrique, et la quatrième un tube variquieux. Chacune d'elles remplit une destination importante ; la supérieure transmet les aliments de la bouche dans l'estomac ; la plus courte préside à la digestion stomacale, la plus longue à la digestion intestinale ; la dernière joue le rôle d'un réservoir temporaire. Autant de parties qui se succèdent, autant de membranes appelées chacune à une fonction différente.

A ces quatre parties, qui forment la muqueuse digestive, vient s'en ajouter une cinquième, qui part de la première et qui ne tarde pas à se diviser, puis à se ramifier, pour mettre l'air atmosphérique en contact presque immédiat avec le sang, c'est la *muqueuse respiratoire*, qui se trouve pour ainsi dire annexée à la muqueuse précédente.

a. Muqueuse digestive. — Cette muqueuse est remarquable par sa grande étendue. Contenant dans son épaisseur un nombre presque incalculable de glandes, dans lesquelles elle se prolonge, et qui en forme autant de diverticules, son étendue égale et dépasse même celle du tégument externe. Cette immense surface, en contact permanent avec des liquides de toute nature, suffit pour attester son extrême importance.

Sa couleur varie selon les parties qui la composent. Elle est rosée sur les lèvres, sur les côtés et sur la pointe de la langue, d'un blanc grisâtre sur la partie médiane de celle-ci, et très variable selon l'état de santé ou de maladie ; d'un blanc cendré sur l'estomac dans l'état de

vacuité, d'un rouge vif dans l'état de plénitude; d'un rouge pâle sur les parois de l'intestin grêle, plus pâle sur celles du gros intestin. Sur toutes ces parties, elle varie beaucoup selon l'état de leur vascularité, c'est-à-dire selon la quantité de sang que contiennent leurs vaisseaux. Toutes deviennent pâles ou blanches lorsqu'on entraîne ce liquide par un courant d'eau.

Son épaisseur n'est pas moins variable. Sur les gencives et la voûte palatine, elle atteint de 2 à 3 millimètres, se réduit à 2 sur la face dorsale de la langue, à 1 millimètre à peine sur sa face inférieure. Elle reprend un peu d'épaisseur sur la muqueuse de l'estomac, redevient plus mince sur celles de l'intestin grêle et descend à sa plus extrême ténuité sur les diverticules qu'elle envoie dans les innombrables glandes de toute nature, s'ouvrant sur son immense étendue.

La muqueuse digestive se distingue entre toutes par la multiplicité et l'ampleur de ses replis. La plupart de ceux-ci n'existent que dans l'état de vacuité; les autres sont fixes et permanents.

Les replis qui se produisent dans l'état de vacuité des viscères sont surtout remarquables sur l'œsophage et sur l'estomac. Ils suivent, pour la plupart, une direction parallèle au grand axe des viscères et affectent, par conséquent, une direction longitudinale. Sur tous les organes de l'appareil digestif, la muqueuse qui tapisse leurs parois, étant peu expansible, offre une surface égale à leur plus grande ampliation, et mesure en quelque sorte l'étendue de celle-ci. Celle de l'œsophage est donc égale à la superficie que présente ce conduit dans son état de plus grande dilatation, et celle de l'estomac, à la superficie de ce viscère, lorsqu'il arrive à son plus haut degré de plénitude.

Dans ces conditions, les replis de la muqueuse s'effacent. Elle ne se dilate donc pas; elle s'étale seulement, et s'étale sans avoir à subir, comme la tunique musculaire sous-jacente, un effort expansif qui a pour effet de provoquer la contraction de celle-ci, mais qui pourrait avoir pour résultat de compromettre l'intégrité de la muqueuse digestive, d'une structure beaucoup plus compliquée et plus délicate.

Ainsi, pendant que la tunique musculaire du tube digestif se rétracte et se dilate, la tunique muqueuse se plisse et se déplisse. Ce qui se passe dans les deux viscères précédents se produit dans presque tous les autres, mais sous de moindres proportions. L'étendue superficielle de cette muqueuse est donc notablement plus grande qu'elle ne paraît l'être au premier aspect; pour la ramener à sa véritable expression, il faut supposer tous les organes creux de l'appareil digestif dans leur état de plus grande ampliation.

Les plis permanents se divisent en deux ordres: les uns sont fixes, les autres mobiles. Parmi les premiers figure la valvule iléo-cæcale,

qui en représente le type le plus parfait. A ce repli fixe s'en ajoutent d'autres, triangulaires pour la plupart : tels sont ceux qui rattachent la partie médiane des lèvres aux gencives, ceux qui se trouvent situés au-devant de l'épiglotte, les replis arythéno-épiglottiques, les replis semi-lunaires du rectum.

Les replis mobiles et permanents sont incomparablement plus nombreux que les replis fixes. A cette catégorie appartient toute l'immense série des valvules conniventes de l'intestin grêle. Elles sont semi-lunaires, se terminent en pointe à leurs extrémités, se renversent avec la même facilité de haut en bas et de bas en haut, se laissent même décomposer en très petits replis lorsqu'on cherche à les dédoubler en attirant leurs deux lames en sens contraire. Un mécanisme très simple assure leur permanence; au-dessous de la muqueuse intestinale existe une tunique fibreuse, beaucoup plus courte que la tunique muqueuse. En l'incisant transversalement au-dessous des valvules conniventes, on peut les dédoubler toutes, et il devient facile de constater que la muqueuse s'allonge considérablement. On sait que la longueur absolue de l'intestin grêle est de 8 à 9 mètres; celle de la muqueuse, d'après mes recherches, s'élève alors à 13 ou 14 mètres.

La longueur et la direction du canal représenté par la muqueuse étant connues, on peut facilement déterminer sa superficie. On sait, en effet, que la surface d'un cylindre est égale à sa hauteur multipliée par la circonférence de l'une de ses bases. Évaluons son diamètre à 2 centimètres et demi, évaluation très modérée, et triplons ce diamètre, nous aurons sa circonférence. Puis, multiplions celle-ci par la longueur du tube; nous arriverons ainsi à reconnaître que la superficie totale de la muqueuse est de 10 000 centimètres carrés environ; à elle seule elle représente par conséquent les deux tiers de la superficie totale du corps, qui équivaut, chez l'homme de taille moyenne, à 15 000 centimètres carrés.

En présence d'une aussi vaste surface nous ne saurions nous étonner de la rapidité avec laquelle sont absorbées des masses quelquefois énormes de liquide, et nous pourrions comprendre aussi l'abondance des excréments et des sécrétions qui succèdent à la plupart des inflammations un peu étendues de l'intestin grêle, la perturbation que celles-ci jettent dans toutes les fonctions de l'économie, la prostration qu'elles entraînent à leur suite, et l'amaigrissement rapide qu'elles déterminent. L'organisation n'étant, selon la belle expression de Cuvier, qu'un tourbillon à direction constante, dans lequel entrent et duquel sortent incessamment de nouvelles substances, on peut dire que la muqueuse de l'intestin grêle représente à l'état normal la principale entrée de ce tourbillon, et qu'à l'état morbide elle en représente aussi la principale sortie.

Les plis et replis que nous voyons s'échelonner sur toute la longueur de la muqueuse digestive ont pour avantages en résumé de faciliter son ampliation, de la mettre ainsi largement en contact avec les liquides et les substances alimentaires ingérés dans sa cavité, de faciliter l'exhalation des réactifs qu'elle sécrète, et l'absorption des principes assimilables répandus sur sa surface. Ces avantages sont contre-balancés à l'état morbide par des conséquences non moins importantes qui peuvent devenir promptement fatales.

La surface libre de la muqueuse digestive se modifie dans son long trajet comme sa couleur, son épaisseur et ses plicatures. Ces modifications proviennent des saillies et orifices très inégalement répartis sur les divers points de son étendue.

Les saillies sont de deux ordres : les unes, analogues à celles du derme, c'est-à-dire comparables à des papilles et représentant aussi, partout où elles se montrent, des organes de sensibilité ; les autres, très différentes des précédentes, par l'ensemble de leurs attributs, sont des organes d'absorption et portent le nom de villosités.

Les papilles se voient en grande abondance sur toute la portion sus-diaphragmatique de la muqueuse. Mais combien elles diffèrent par leur volume, par leur forme, par leur mode de répartition ! Elles arrivent à leur plus grand développement sur les lèvres et sur la langue, si remarquables par leur vive sensibilité, et diffèrent à peine de celles de la peau sur les autres points de la muqueuse sus-diaphragmatique ; le nom de muqueuse *dermo-papillaire*, que lui a donné M. Robin, est donc parfaitement justifié et met bien en relief la grande analogie qu'elle présente avec le derme, dont elle semble n'être qu'un simple prolongement. Au-dessous du diaphragme, les papilles disparaissent, mais les villosités n'apparaissent pas encore. La surface interne de l'estomac est lisse, complètement dépourvue de toute saillie.

Au delà de l'estomac se montrent les villosités, encore peu apparentes sur la première partie du duodénum, mais bientôt très manifestes, et offrant l'aspect du velours, lorsque, après les avoir dépouillées de leur épithélium, on les examine sous l'eau.

Ces villosités sont l'attribut essentiel et vraiment caractéristique de la muqueuse, qui s'étend du pylore à la valvule iléo-cæcale. Elles sont aux animaux ce que les racines sont aux végétaux. Celles-ci puisent dans le sol les éléments de la sève ascendante ; les villosités puisent dans la masse alimentaire les sucs assimilables nécessaires au développement et à la nutrition de l'organisme. La plante, immuable sur la place qu'elle occupe, ne peut vivre qu'en empruntant aux milieux qui l'entourent les éléments de sa croissance. L'animal, grâce à son indépendance, les trouve partout ; mais chez lui ce ne sont pas les organes

absorbants qui plongent dans le sol et l'atmosphère ; ce sont les aliments qui viennent se mettre en contact avec ces organes, c'est-à-dire avec les racines implantées sur les parois de l'intestin grêle. De part et d'autre il y a immersion de l'organe absorbant dans les liquides absorbés ; mais d'un côté ce sont les organes absorbants qui vont à la recherche de ceux-ci ; de l'autre, ce sont les liquides qui viennent se mettre à la disposition de ces organes.

Entre les saillies papillaires et les saillies villeuses, il n'y a donc aucune assimilation à établir. Leur structure, leur destination sont absolument différentes ; les unes ont reçu la sensibilité en partage, et les autres un rôle plus élevé, puisqu'elles ont pour attribution de présider à l'absorption du chyle, à la nutrition de l'organisme, au développement de l'individu.

Les villosités, après avoir recouvert toute l'étendue de l'intestin grêle, disparaissent sur le gros intestin. Elles avaient brusquement paru sur les limites de la valvule pylorique ; elles disparaissent brusquement sur les limites de la valvule iléo-cæcale, attestant ainsi que la première partie du tube intestinal remplit des fonctions de premier ordre et la seconde des fonctions d'une importance secondaire. Comme celle de la muqueuse gastrique, la surface libre du gros intestin est dépourvue de toute saillie. Elle est lisse et unie depuis son origine jusqu'à sa terminaison.

On peut donc diviser la muqueuse digestive en trois parties : la première, recouverte de saillies sensibles ou papillaires ; la seconde, recouverte de saillies insensibles ou villeuses ; la troisième, comprenant l'estomac et le gros intestin, dépourvues des unes et des autres.

Si la surface libre de la muqueuse digestive est remarquable par les saillies qui en dépendent, elle ne l'est pas moins par les orifices qu'elle présente ; et ici encore ses parties sus- et sous-diaphragmatiques contrastent étrangement. Au-dessus de ce muscle, les orifices ne se montrent qu'en petit nombre ; ce sont les papilles qui caractérisent cette première partie de la muqueuse. Au-dessous, les orifices se multiplient à l'infini, d'où le nom de *membrane cribreuse* donné à la tunique interne de l'estomac et du canal intestinal, par les anatomistes du dix-septième et du dix-huitième siècle. En exposant mes recherches sur ces deux muqueuses dans mon *Traité d'anatomie descriptive*, j'ai fait connaître les procédés à l'aide desquels on peut évaluer le nombre relatif des villosités et des orifices de l'intestin grêle (1). Il résulte de mes études :

1° Que celui des villosités s'élève à douze ou quatorze pour 1 millimètre carré, et à dix millions pour la totalité de la muqueuse ;

(1) *Traité d'anatomie descriptive*, 4^e édit., t. IV, p. 199 et suivantes.

2° Que celui des orifices est en moyenne de quatre à cinq pour une villosité, et de quarante à cinquante millions pour la totalité de cette tunique.

Or chaque orifice est l'embouchure d'une glande. Si la muqueuse sur laquelle s'implantent les racines de l'animalité est d'une incomparable richesse en organes absorbants, elle est donc plus riche encore en organes sécréteurs, c'est-à-dire en organes élaborateurs chargés de réagir sur les aliments déjà fluidifiés, et d'en extraire la partie assimilable.

Sur les parois de l'estomac et du gros intestin, privées de villosités, les orifices sont régulièrement disposés, et leur aspect rappelle celui d'un crible qui semble avoir été fabriqué à l'aide d'un emporte-pièce. De toute l'étendue de la muqueuse gastro-intestinale s'écoule donc au moment où elle se trouve en contact avec la masse alimentaire une prodigieuse quantité de liquide qui non seulement inonde toute sa surface, mais qui s'infiltré dans toute son épaisseur, la tunique musculaire, par les mouvements qu'elle lui imprime, mélangeant les deux facteurs mis en présence.

La surface adhérente de la muqueuse digestive se comporte bien différemment à l'égard des parties sous-jacentes. Sur le bord libre des lèvres, sur les joues, sur la langue, sur les arcades alvéolaires, l'adhérence est intime. Plus bas, elle devient plus faible, puis presque nulle sur l'œsophage et sur l'estomac, et reprend une certaine fixité sur le canal intestinal.

Ces divers degrés d'adhérences sont réglés par une loi toute physiologique. Sur les parois de la bouche il importait que la muqueuse pût subir les frottements que lui impose la mastication sans s'exposer à être pincée entre les arcades dentaires; il importait que les aliments seuls vinssent tour à tour se placer sous ces arcades; de là, sa fixité, qui laisse à celles-ci toute liberté pour les diviser et les broyer sans danger.

Sur les parois œsophagiennes et stomacales la cavité se dilate et se resserre alternativement; la muqueuse, pour se prêter à ces divers états d'ampliation et de resserrement, ne leur adhère que par un tissu conjonctif lâche, qui lui permet de se plisser et déplisser dans la mesure qui lui est imposée. Sur le canal intestinal les mêmes alternatives se reproduisent, mais elles sont beaucoup moins prononcées, et l'adhérence de la muqueuse à la tunique sous-jacente est un peu plus grande.

Au-dessous de la muqueuse digestive il existe une couche de tissu conjonctif plus ou moins dense, selon les régions: c'est le *tissu sous-muqueux*, qui représente ici le tissu sous-cutané.

Rien n'est plus variable du reste que son épaisseur et sa densité. Au-dessous des muqueuses gingivale, palatine, linguale, il offre une consistance qui diffère peu de celle du tissu fibreux, et devient pour

celle-ci un moyen très solide d'adhérence. Sur la muqueuse du pharynx, il prend le caractère d'une aponévrose qui la sépare de la couche musculaire sous-jacente ; sur celle de l'œsophage et de l'estomac, il se réduit à l'état de simple tissu conjonctif d'une grande mollesse ; sur le canal intestinal, il reprend une densité moyenne.

Ce tissu conjonctif sous-muqueux tire son importance, non seulement de l'union qu'il établit entre la muqueuse digestive et tous les organes sous-jacents, mais aussi et surtout des vaisseaux et des nerfs très nombreux qui le traversent pour se rendre dans cette membrane qui est très vasculaire sur toute son étendue et qui possède aussi une vive sensibilité ; sa partie sous-diaphragmatique, qui est la plus vasculaire, semble moins sensible que sa partie supérieure. Mais cette différence n'est qu'apparente ; celle-ci emprunte sa sensibilité au système nerveux de la vie animale, et nous paraît plus vive parce que nous avons la conscience de toutes les impressions qu'elle reçoit. La seconde tire sa sensibilité du système nerveux de la vie organique ; ses impressions se rendent à la moelle épinière et nous échappent ; elles rentrent dans le domaine si vaste et si important des phénomènes réflexes. L'anatomie nous montre que les divisions nerveuses se répandant dans son épaisseur sont plus nombreuses encore que celles de la portion sus-diaphragmatique.

Considérée au point de vue morphologique, il faut donc reconnaître que la muqueuse digestive se compose de deux parties très différentes par leur étendue, par leur aspect et par l'ensemble des attributs qui les caractérisent.

La partie sus-diaphragmatique est plus dense, plus ferme, plus adhérente, très riche en papilles, extrêmement sensible et remarquable par sa grande analogie avec la peau.

La partie sous-diaphragmatique est beaucoup plus molle, moins adhérente, criblée d'orifices, et recouverte sur la plus grande partie de son étendue d'innombrables villosités.

La première n'est que le vestibule des voies digestives ; elle reçoit les aliments, les triture, les imprègne de salive et les introduit dans l'appareil qui doit en extraire les principes assimilables. La seconde est un vaste laboratoire organique où les aliments et les réactifs qui doivent les décomposer sont mis en présence. Si leur mode de conformation diffère, par leur destination et leur importance elles diffèrent plus encore. Plus loin, nous verrons qu'elles diffèrent aussi par leur structure. Nous pouvons donc considérer la muqueuse qui tapisse les voies digestives comme composée de deux parties qui se soudent au niveau du cardia et par conséquent séparées l'une de l'autre par le diaphragme.

b. Muqueuse respiratoire. — La muqueuse respiratoire s'étend de l'entrée des fosses nasales jusqu'aux lobules pulmonaires. Un simple coup d'œil suffit pour nous montrer qu'elle est beaucoup moins étendue que la précédente ; et cependant elle n'en diffère pas autant que les apparences semblent l'attester. Lorsqu'elle entre en contact avec les innombrables vaisseaux dans lesquels le sang noir se transforme en sang rouge, elle se divise presque autant que ces vaisseaux, et les cellules pulmonaires sont alors si prodigieusement multipliées que la muqueuse acquiert à son extrémité terminale une ampleur inattendue. Sa surface réelle est donc incomparablement supérieure à sa surface apparente.

Sa couleur est d'une teinte rosée sur la première partie de son trajet, d'un blanc grisâtre sur les bronches et leurs ramifications.

C'est sur les fosses nasales qu'elle offre le plus d'épaisseur. Cependant elle s'amincit beaucoup dans tous les diverticules qui en dépendent, s'épaissit au contraire très notablement sur la voûte du pharynx, puis s'amincit de nouveau sur le larynx et la trachée, et s'atténue de plus en plus en se rapprochant des lobules pulmonaires.

La surface libre de la muqueuse respiratoire, en contact permanent avec l'air atmosphérique, c'est-à-dire avec un fluide qui oscille et sans cesse se renouvelle, était exposée à une abondante évaporation. Mais une couche plus ou moins épaisse de mucus la recouvre depuis son origine jusqu'à sa terminaison. Ce mucus tire son origine des glandes répandues en grand nombre dans son épaisseur : aussi le voyons-nous se modifier beaucoup soit dans sa quantité, soit dans son aspect et sa viscosité sous l'influence de toutes les phlegmasies dont la muqueuse devient si fréquemment le siège.

On ne voit sur cette surface ni replis, ni papilles, ni villosités. Elle est lisse et humide sur toute son étendue. Elle offre des orifices qui répondent à l'embouchure des glandes muqueuses, mais visibles seulement sur la muqueuse nasale.

La surface adhérente répond sur la plus grande partie de sa longueur à des os et surtout à des cartilages, auxquels elle s'unit à l'aide d'un tissu conjonctif assez dense pour assurer la permanence de ses rapports, et pour prévenir la formation des replis qui pourraient mettre obstacle à la libre circulation de l'air.

Il résulte de ces rapports que la partie inférieure ou ramifiée de la muqueuse respiratoire possède une certaine expansibilité, les cartilages qui l'entourent formant des anneaux incomplets qui permettent à la trachée et aux divisions bronchiques de se dilater et de se resserrer dans une limite qu'elles ne peuvent dépasser.

Si la muqueuse digestive n'est pas identique dans ses parties supé-

rieure et inférieure, on voit que la muqueuse respiratoire, sous ce rapport, peut lui être comparée. Sa partie céphalique, qui est le siège de l'odorat, diffère de sa partie thoracique, plus spécialement affectée à la respiration. La première est aussi une sorte de vestibule; et c'est dans la seconde que s'opère le grand phénomène de l'hématose. La muqueuse, qui tapisse les parois du vestibule, est plus rosée, plus épaisse, plus adhérente et plus humide. Celle qui revêt les parois ramifiées du canal aërifère est plus blanche, plus mince, plus élastique et plus expansible. Mais nous verrons que l'une et l'autre sont recouvertes par un épithélium vibratile. Si l'on ne peut les considérer comme identiques, il faut reconnaître aussi qu'elles diffèrent beaucoup moins que les parties sus et sous-diaphragmatiques de la muqueuse digestive.

B. — Muqueuse génito-urinaire.

Deux membranes presque indépendantes représentent cette muqueuse. La plus étendue, commune aux deux sexes, comprend la muqueuse uréthrale, la muqueuse vésicale et celle des uretères; la seconde, propre à chacun d'eux, revêt chez la femme les parois du vagin, de l'utérus et des trompes utérines, et chez l'homme celles de l'urètre, des conduits éjaculateurs, des vésicules séminales et des canaux déférents. Considérée dans chaque sexe, elle comprend donc deux parties qui répondent à des organes très différents et mérite le nom de muqueuse génito-urinaire que lui a donné Bichat.

La muqueuse qui tapisse les voies génitales chez l'homme s'étend de l'épididyme à la portion prostatique de l'urètre. Ce conduit est commun, il est vrai, à l'appareil urinaire et à l'appareil génital; mais il appartient plus spécialement au second, soit par ses connexions, soit par ses attributs généraux. La muqueuse urinaire dans le sexe masculin comprend donc deux conduits vecteurs qui recueillent l'urine à son point de départ, et un réservoir dans lequel elle séjourne temporairement. Elle est remarquable par la parfaite uniformité qui la distingue sur toute sa longueur et sur tous les points de sa surface.

Qu'on examine les uretères ou les parois de la vessie, on la trouve partout, lisse et unie, sans la moindre trace de plis, de saillies et d'orifices, sans aucun vestige de vaisseaux lymphatiques. Parmi les membranes de cet ordre, aucune ne présente de tels caractères d'homogénéité. L'absence de papilles dénote son peu de sensibilité; l'absence de tout orifice nous montre qu'elle est dépourvue de glandes; l'absence de vaisseaux lymphatiques nous enseigne qu'elle est peu absorbante.

Sur les uretères, son adhérence à la tunique musculaire est intime. Sur les parois de la vessie, elle n'adhère à cette tunique que par sa

tissu conjonctif assez lâche, de telle sorte qu'elle se plisse dans l'état de vacuité et se déplisse à mesure qu'elle se dilate.

Chez la femme, elle possède des attributs semblables, mais se prolonge dans le canal de l'urèthre, où elle revêt quelques caractères particuliers. Sur cette partie terminale il existe, en effet, des orifices souvent disposés en séries linéaires; à chacun de ceux-ci répond une glandule.

En faisant abstraction de cette partie terminale, c'est-à-dire en limitant la muqueuse urinaire au sphincter de la vessie, on peut dire que cette membrane a pour attributs distinctifs son aspect partout lisse et uni, son égale épaisseur, sa simplicité de conformation et de constitution, en un mot, un caractère d'unité qu'on retrouve sans exception sur toutes les parties qui la composent.

La muqueuse des voies génitales, chez l'homme, se montre très différente selon qu'on considère sa partie initiale ou sa partie terminale. Sa partie initiale, représentée par celle qui revêt les parois des canaux différents, des vésicules séminales et des conduits éjaculateurs, est mince, d'un blanc grisâtre, très adhérente à la tunique musculaire sous-jacente, dépourvue de replis, de saillies et d'orifices.

La partie terminale qui constitue la muqueuse uréthrale est moins adhérente; elle se plisse et déplisse. Elle présente de nombreux orifices glandulaires. Elle est recouverte de papilles très petites en arrière, plus développées en avant, déjà très manifestes dans la fosse naviculaire, plus volumineuses sur la surface du gland, très volumineuses surtout sur sa couronne.

En comparant ces deux parties de la muqueuse génitale chez l'homme, on ne saurait donc contester qu'elles diffèrent, l'une étant dépourvue des replis, des glandes et des papilles, qu'on remarque sur l'autre; la première étant plus simple et peu sensible, la seconde plus compliquée et possédant au contraire une très vive sensibilité.

Cette muqueuse considérée chez la femme s'étend de l'orifice infundibuliforme des trompes utérines à l'entrée du vagin. La muqueuse vulvaire n'en fait pas partie; ce n'est pas une muqueuse, mais une dépendance de l'enveloppe cutanée dont elle conserve tous les caractères généraux, glandes sébacées, papilles, etc. Ainsi limitée, elle se compose de trois parties, dont l'une occupe les trompes, la seconde l'utérus, et la troisième le vagin.

La muqueuse des trompes utérines est caractérisée surtout par ses plis longitudinaux et son épithélium vibratile.

Celle de l'utérus diffère pour le corps et le col: sur les parois du corps, elle adhère fortement à la tunique musculaire; mais elle est recouverte aussi par un épithélium vibratile, et possède de très nombreuses glandes tubuliformes. Sur les parois du col, l'épithélium vibra-

tile est remplacé par un épithélium pavimenteux, et aux glandes tubuleuses succèdent des glandes en grappes beaucoup plus rares.

La muqueuse vaginale est recouverte aussi par un épithélium pavimenteux. Elle ne possède pas de glandes; mais, sur toute l'étendue de sa surface, on observe des papilles remarquables par leur nombre, leur volume et leur vascularité.

Si la muqueuse génitale comprend chez l'homme deux parties bien distinctes, on voit qu'elle se divise chez la femme en quatre petits départements assez bien limités aussi : le premier reconnaissable à ses plis longitudinaux, le second à ses glandes tubuleuses, le troisième à ses glandes acineuses, et le quatrième à ses papilles. Mais, si l'on prend en considération l'épithélium qui les recouvre, on peut les réduire à deux : le supérieur possédant un épithélium vibratile, l'inférieur, constitué par le col de l'utérus et le vagin, possédant un épithélium pavimenteux.

Considéré au point de vue morphologique, nous avons vu que le système cutané est partout identique à lui-même. Mais combien le système muqueux se différencie lorsqu'on l'envisage seulement à ce premier point de vue. Loin de conclure à l'unité des membranes qui le composent, nous sommes conduit au contraire à constater la pluralité de celle-ci et même à reconnaître leur multiplicité. Bichat, se fondant sur leur continuité, c'est-à-dire sur l'anatomie descriptive, n'admettait que deux grandes muqueuses. Mais la première, ou gastro-pulmonaire, en comprend au moins trois : les sus- et sous-diaphragmatiques et la muqueuse respiratoire. La seconde ou génito-urinaire en comprend au moins cinq : la muqueuse vésicale, les deux départements de la muqueuse génitale chez l'homme et les deux départements de la muqueuse génitale chez la femme.

A ces huit groupes de muqueuses il serait facile d'en ajouter d'autres. Mais, s'il importe de ne pas confondre celles qui diffèrent, il importe aussi de ne pas méconnaître les analogies qu'elles présentent, et, par conséquent, de n'en pas trop multiplier le nombre.

§ 2. — STRUCTURE DU SYSTÈME MUQUEUX.

L'étude de la morphologie des membranes muqueuses vient de nous montrer combien elles diffèrent les unes des autres. En passant de leurs attributs extérieurs aux éléments qui les composent, nous allons trouver d'autres différences.

Afin de mieux saisir les analogies et les différences qu'elles présentent à ce point de vue, on pouvait faire appel aux données de

l'embryologie, qui a réalisé tant de progrès depuis trente ans. Il était permis d'espérer qu'elle nous apporterait un rayon de lumière et nous aiderait à trouver un lien commun entre toutes les muqueuses, ou du moins quelques traits de famille à l'aide desquels on arriverait à simplifier leur classification. Cette pensée ne serait qu'une illusion. Ch. Robin l'a tenté, et il a échoué; toute autre tentative serait vaine aussi.

Quelques brèves considérations me suffiront pour établir que l'embryologie ne saurait être invoquée pour cette classification, et que l'histologie seule peut lui servir de base.

1° Impossibilité de fonder la classification des membranes muqueuses sur l'embryologie. — Prenons la muqueuse digestive. De quel feuillet tire-t-elle son origine? Du feuillet interne ou endoderme, qui donne naissance à toute sa portion sous-diaphragmatique, et aussi à l'œsophage et au pharynx. Sa partie supérieure ou buccale provient de l'ectoderme ou feuillet externe. Or la muqueuse buccale présente la même structure que les muqueuses pharyngienne et œsophagienne. L'embryologie séparerait donc ce que l'histologie réunit, et, loin de nous éclairer, ne nous apporterait que la confusion.

Autre exemple. — La muqueuse nasale vient du feuillet externe, et la muqueuse qui s'étend du larynx aux lobules pulmonaires de l'œsophage, c'est-à-dire du feuillet interne. L'embryologie, ici encore, séparerait deux membranes que la nature a réunies.

Troisième exemple. — La muqueuse intestinale est formée par l'endoderme, et la vésicule allantoïde, d'après les recherches très précises de M. Mathias Duval, émane aussi de ce feuillet. Or la muqueuse vésicale est une dépendance de l'allantoïde. Le même feuillet interne produit donc deux membranes très différentes: celle qui revêt les parois de l'intestin, et celle qui revêt les parois de la vessie.

Quatrième exemple. — La muqueuse des trompes utérines, celle de l'utérus et celle du vagin naissent du mésoderme. Le même feuillet est l'origine de ces trois muqueuses; or la muqueuse vaginale est très différente de la muqueuse utérine.

Nous pourrions poursuivre cet examen critique; nous arriverions à la même conclusion. Reconnaissons donc que l'embryologie ne saurait servir de base à une bonne classification des muqueuses. Voyons si l'histologie nous sera plus utile.

2° Nécessité de fonder cette classification sur l'histologie. — Il est des muqueuses qui sont recouvertes par un épithélium pavimenteux; il en est qui sont recouvertes par un épithélium cylindrique, et d'autres qui sont revêtues d'un épithélium vibratile; de là trois groupes bien distincts possédant chacun un caractère auquel il est facile de le reconnaître.

Parmi les membranes qui ont pour attribut essentiel un épithélium pavimenteux, se rangent celle de la cavité buccale, celle du pharynx, celle de l'œsophage, puis la muqueuse vaginale et du col utérin, et aussi la muqueuse uréthrale de l'homme.

Tout ce premier groupe se reconnaît à un ensemble de caractères communs. Les muqueuses qui le composent sont recouvertes de papilles; elles sont riches en glandes, riches en fibres élastiques et riches également en vaisseaux lymphatiques. Elles offrent, en un mot, la plus grande analogie avec la peau; je les désignerai sous le nom de *muqueuses papillaires*.

Mais il est une muqueuse que recouvre un épithélium pavimenteux, et qui ne possède ni papilles, ni glandes, ni vaisseaux lymphatiques.

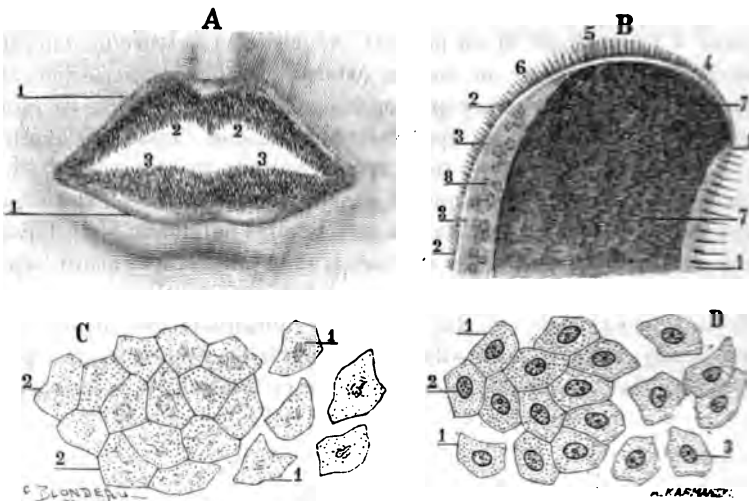


FIG. 227. — Épithélium et papilles du bord libre des lèvres.

A. *Orifice buccal*. — 1, 1, partie antérieure du bord libre des lèvres recouverte par les deux couches de l'épiderme cutané. — 2, 2, 3, 3, partie moyenne du bord libre des lèvres recouverte par de très longues papilles et par la couche muqueuse réduite à ses éléments nucléés.

B. *Coupe antéro-postérieure de la lèvre inférieure*. — 1, 1, partie antérieure de la lèvre, recouverte de poils, qui s'arrêtent au-devant du bord libre, en formant une courbe très régulière. — 2, 2, partie postérieure de cette lèvre. — 3, 3, petites papilles qui la recouvrent. — 4, papilles très courtes de la moitié antérieure du bord libre. — 5, papilles très longues de la partie moyenne de ce bord. — 6, papilles à longueurs décroissantes de sa partie postérieure. — 7, corps charnu de la lèvre. — 8, glandules sous-muqueuses de sa partie postérieure.

C. *Couche cornée de l'épiderme qui recouvre la moitié antérieure du bord libre des lèvres*. — 1, 1, cellules de transition. — 2, 2, cellules mortes.

D. *Couche muqueuse de l'épiderme*. — 1, 1, protoplasme des cellules. — 2, 2, leur noyau ovoïde et assez volumineux.

c'est la muqueuse vésicale et ses annexes. Elle diffère donc beaucoup des précédentes, d'où la nécessité de lui assigner une place à part parmi les membranes du premier groupe, auquel elle se rattache très nettement par son épithélium pavimenteux. C'est une muqueuse à surface lisse, d'une nature spéciale, dont nous avons suffisamment défini les caractères propres, pour n'avoir pas à revenir sur sa description.

En nous appuyant exclusivement sur l'histologie, nous sommes donc conduit à admettre trois principaux groupes de muqueuses, que nous désignons sous les noms de *muqueuses papillaires*, de *muqueuses cribriformes* et de *muqueuses ciliées*.

A. — Structure des muqueuses papillaires.

Les muqueuses de ce premier groupe ont pour attributs communs un épithélium pavimenteux, des papilles qui en recouvrent aussi toute la surface, et un derme ou chorion, ferme, très résistant, très riche en ramifications vasculaires et nerveuses.

1° *Épithélium pavimenteux*. — Cet épithélium s'étend sur toute la portion sus-diaphragmatique du tube digestif, sur toute la longueur du vagin et du col utérin; il revêt aussi les parois de l'urèthre. On voit donc qu'il se continue au niveau de l'orifice buccal, au niveau de l'orifice uréthral et au niveau de l'orifice vaginal avec l'épiderme cutané. Rappelons que la muqueuse oculaire est aussi une muqueuse papillaire et que son épithélium pavimenteux se continue sur le bord libre des paupières avec celui de la peau.

Comme l'épiderme, l'épithélium pavimenteux des muqueuses papillaires se compose d'un grand nombre de couches superposées, étroitement unies; c'est un épithélium stratifié et les cellules qui entrent dans sa composition se modifient aussi en passant des couches profondes aux couches superficielles.

Mais l'épiderme est formé d'une couche muqueuse et d'une couche cornée. Il n'est pas réductible en trois couches. La troisième couche, qu'acceptent quelques auteurs, est une importation puisée dans les bas-fonds de la science étrangère. L'admettre, c'est reconnaître une des plus graves erreurs de l'histologie moderne; c'est jeter la confusion dans l'étude d'une membrane bien connue, facile à observer et très simple dans sa constitution. Des études plus complètes ramèneront les bons esprits à des notions plus exactes et plus conformes aux saines données de l'observation.

Or, l'épiderme étant formé de deux couches seulement sur toute son immense étendue, comment se comportent celles-ci au niveau de la continuité des deux téguments? J'ai depuis longtemps démontré

qu'au niveau de cette continuité la couche cornée s'arrête et que la couche profonde seule poursuit son trajet.

Sur l'orifice buccal, la couche cornée s'arrête au niveau de la partie moyenne du bord libre des lèvres; en divisant ce bord libre en deux moitiés, on remarque que la couche cornée recouvre sa moitié antérieure, et que sa moitié postérieure est recouverte par la couche muqueuse seule. En deçà de cette limite, les deux couches épidermiques

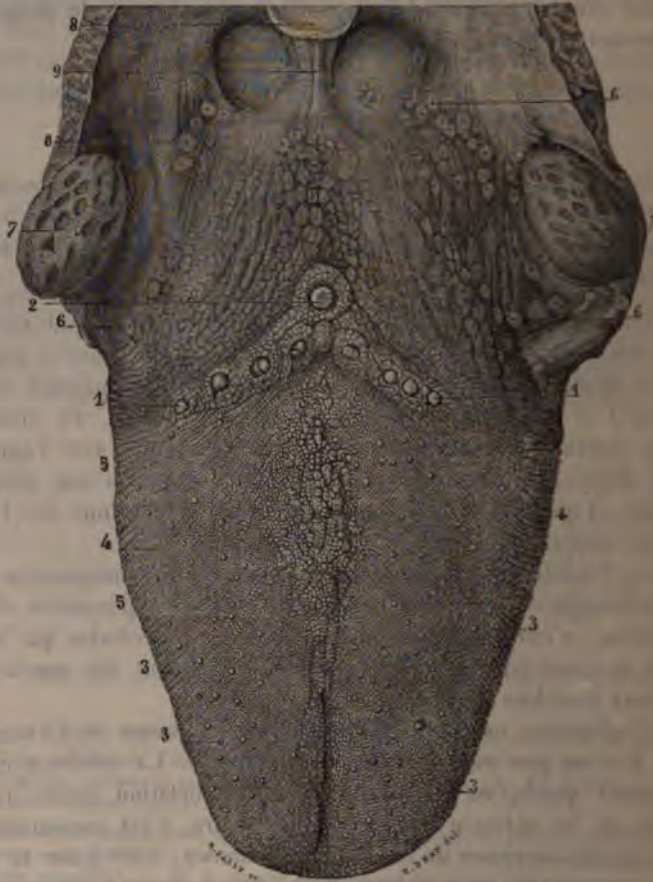


FIG. 228. — Papilles de la face dorsale de la langue.

1, 1, papilles caliciformes. — 2, papille caliciforme médiane occupant le trou borgne qu'elle remplit ici en totalité. — 3, 3, 3, 3, papilles fungiformes. — 4, 4, papilles corolliformes, filiformes des auteurs. — 5, 5, plis et sillons verticaux des bords de la langue. — 6, 6, 6, 6, glandules de la base de la langue. — 7, 7, amygdales. — 8, épiglottite. — 9, repli glosso-épiglottique médian.

restent superposées; au delà, on ne trouve plus que la couche de Malpighi ou couche nucléée.

Au delà des lèvres, sur les joues, sur les gencives, sur la muqueuse palatine, sur la langue, on n'observe également que des cellules nucléées. La plupart des auteurs, ceux surtout qui cheminent dans les sillages de la science allemande, ne s'arrêtent pas il est vrai à ce simple détail. Ils persistent à admettre que la couche superficielle de l'épithélium de la muqueuse buccale est une couche cornée, bien que cette couche cornée soit pourvue de noyaux. J'ai déjà signalé, combattu et amplement réfuté cette opinion, qui a le grave inconvénient de confondre les cellules vivantes avec les cellules mortes, erreur que commettent les zoologistes, mais dans laquelle ne tombent jamais les botanistes qui ont une notion plus exacte des cellules.

Sur les parois du pharynx et de l'œsophage, l'épithélium poursuit son trajet en conservant les mêmes caractères, se montrant seulement plus épais sur certains points, plus mince sur d'autres.

A l'entrée du vagin la couche cornée s'arrête également, et la couche muqueuse seule s'étend sur ses parois en se prolongeant jusqu'à l'orifice interne du col.

De l'urèthre l'épithélium pavimenteux nucléaire s'étend sur la surface du gland, chez le fœtus et l'enfant. Chez l'adulte, cette muqueuse se recouvre d'une couche cornée. Sur les points où elles se trouvent en contact avec l'air atmosphérique, les muqueuses papillaires se couvrent donc de cellules mortes; or ces points sont bien limités, puisqu'ils sont représentés seulement par la muqueuse du gland chez l'adulte, et par la moitié antérieure du bord libre des lèvres.

Sur la conjonctive, l'épithélium se comporte comme sur toutes les autres membranes du même groupe. Au niveau de l'orifice palpébral la couche cornée s'arrête, et la couche muqueuse seule recouvre la surface libre de la muqueuse oculaire.

L'épithélium pavimenteux, qui forme l'un des attributs les plus caractéristiques des muqueuses du premier groupe, a donc pour attributs distinctifs en résumé les strates qui le constituent, et la présence d'un noyau dans toutes les cellules qui forment ces strates. Parmi celles-ci les profondes sont allongées et prismatiques; les autres sphériques, et les plus superficielles planes et polygonales. Leur noyau diminue de volume à mesure qu'elles se rapprochent de la surface libre de la muqueuse. Elles se comportent en un mot comme celles qui forment la couche profonde de l'épiderme.

2° *Papilles*. — Les papilles sont avec l'épithélium pavimenteux les deux attributs les plus caractéristiques des muqueuses de la première classe. Ces saillies en effet existent sur toutes, à l'exception de la mu-

queuse vésicale qui représente une membrane à part; et à toutes aussi elles communiquent une vive sensibilité. Mais leur nombre, leur volume, leur mode de configuration présentent de très grandes différences.

Un premier fait général se recommande à notre attention. Elles sont très nombreuses et très volumineuses au niveau de tous les orifices par lesquels les muqueuses sensibles se continuent avec le tégument externe. Ainsi sur le bord libre des lèvres elles acquièrent subitement une grande longueur, puis diminuent très notablement sur leur face postérieure, sur les joues, sur les gencives et sur la muqueuse palatine. Leur volume sur la face dorsale de la langue prend une telle

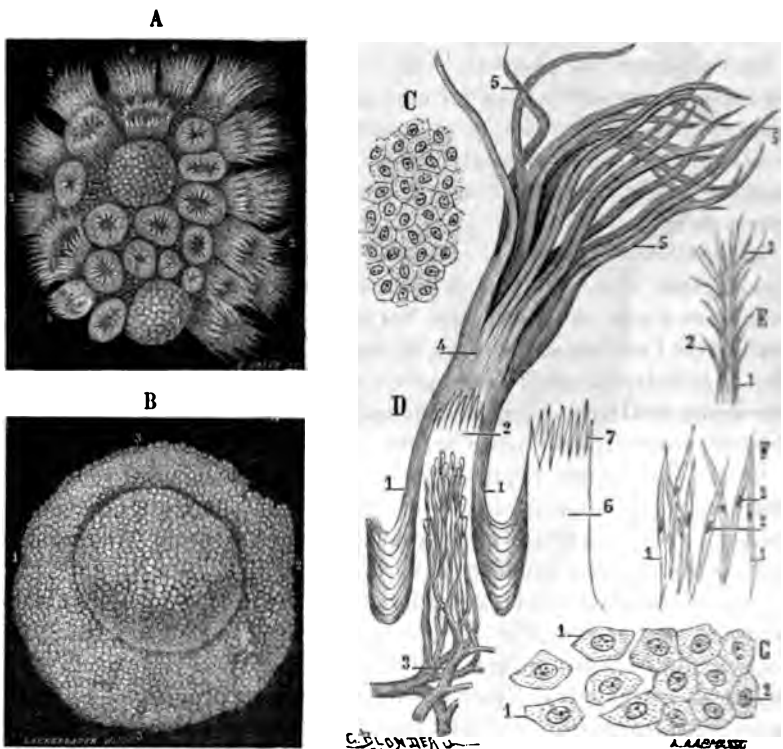


FIG. 229. — Papilles grossies de la face dorsale de la langue.

A. *Papilles fongiformes, corolliformes et hémisphériques.* — 1, 1, deux papilles fongiformes dont on aperçoit seulement la tête ou extrémité libre : on voit que cette tête est recouverte de papilles secondaires. — 2, 2, 2, papilles corolliformes et prolongements qui les terminent. — 3, une papille corolliforme, dont les prolongements se renversent en dehors. — 4, une autre papille corolliforme, dont les prolongements s'élèvent verticalement. — 5, 5, petites papilles corolliformes, dont les prolongements se renversent en dedans. — 6, 6, papilles corolliformes sur la base desquelles on

importance que la muqueuse linguale devient l'organe du goût. Au delà de cet organe elles n'offrent plus que de minimes dimensions sur les parois du pharynx et de l'œsophage.

A l'entrée du vagin elles se montrent très saillantes et diminuent progressivement à mesure qu'on se rapproche du col utérin sur lequel elles sont toujours très petites, en sorte que cet organe contraste par sa sensibilité très émoussée avec celle de la première partie du conduit vaginal.

Sur le pénis, et particulièrement sur sa base, les papilles sont aussi développées que celles de la langue; elles diminuent de volume sur l'urèthre et sont alors beaucoup moins apparentes.

Sur la muqueuse oculaire, les papilles les plus rapprochées de l'orifice palpébral sont toujours celles qui offrent les plus grandes dimensions; à mesure qu'on s'éloigne de cet orifice, elles se réduisent beaucoup, puis disparaissent sur la cornée transparente, qui emprunte sa sensibilité aux nerfs émanés du ganglion ophthalmique.

Ainsi, qu'on considère l'orifice labial, l'orifice palpébral, l'orifice vaginal, ou la muqueuse uréthrale, on retrouve partout la même loi en vertu de laquelle les principaux orifices du corps sont doués d'une sensibilité plus vive, sensibilité qui remplit ici les fonctions d'une sentinelle, toujours prête, selon les impressions favorables ou défavorables qu'elle reçoit, à ouvrir ou fermer ces orifices.

Ce n'est pas seulement le volume des papilles qui se modifie en passant de l'une à l'autre partie de la même muqueuse, mais aussi leur forme et leur constitution.

Il est des papilles coniques ou hémisphériques, ce sont les plus répandues; ce sont celles qu'on rencontre sur la plus grande partie des parois de la bouche, sur les parois du pharynx et de l'œsophage, sur les parois de l'urèthre, sur la muqueuse oculaire.

Il en est qui sont filiformes, fongiformes, caliciformes. Quelques-

remarque de légères stries. — 7, 7, papilles hémisphériques peu apparentes, situées dans l'intervalle des papilles fongiformes et corolliformes.

B. *Une papille caliciforme de moyennes dimensions.* — 1, papille proprement dite, dont la base seule est ici apparente: on voit que toute cette base est recouverte de papilles hémisphériques ou papilles du quatrième ordre. — 2, sillon intermédiaire à la papille et au repli qui l'entoure. — 3, 3, repli de cette papille ou calice proprement dit.

C. *Épithélium des papilles fongiformes et caliciformes.*

D. *Une papille corolliforme ou filiforme, grossie, d'après Tood et Bowman.* — 1, 1, corps de la papille. — 2, papilles secondaires par lesquelles elle se termine. — 3, ses vaisseaux. — 4, son épithélium. — 5, 5, 5, ses ramifications terminales.

E. *Une de ces ramifications terminales, dont les cellules très longues sont en partie dissociées.*

F. *Cellules de cette ramification terminale toutes pourvues d'un noyau.*

G. *Épithélium des cellules hémisphériques de la face inférieure de la langue, composé de cellules plus grandes que celles de l'épithélium des papilles fongiformes et caliciformes.*

unes offrent l'aspect d'une tête de chou-fleur, telles sont celles qu'on observe sur une grande partie de la muqueuse palatine, sur les crêtes médianes du vagin.

Sur certaines muqueuses, les papilles se divisent, et entre elles on en voit d'autres qui restent arrondies et très petites. Il existe en un mot des papilles simples et des papilles composées. Les grosses papilles de la surface du gland, celles qui forment les crêtes médianes du vagin, les papilles en chou-fleur sont des papilles composées. Mais la langue est



FIG. 230. — Vaisseaux lymphatiques de la face dorsale de la langue.

1, 1, réseau lymphatique du tiers antérieur de la langue, constitué par des radicules d'une extrême ténuité. — 2, 2, réseau lymphatique de la partie moyenne formée par des radicules plus grosses qui convergent de dehors en dedans comme les sillons

le siège spécial de ces papilles : les papilles fongiformes disséminées au milieu des papilles filiformes, ces dernières elles-mêmes et surtout les papilles caliciformes sont toutes des papilles composées. Sur certaines papilles caliciformes il existe plusieurs centaines de papilles hémisphériques.

La sensibilité n'est donc pas seulement en rapport avec le nombre et le volume des papilles, mais aussi avec leur constitution ; les papilles fongiformes et caliciformes qui sont les plus composées sont aussi les plus sensibles.

3° *Chorion des muqueuses papillaires.* — Toutes ces muqueuses avaient à subir des frottements de diverse nature. La muqueuse buccale subit le frottement des aliments pendant la mastication, les muqueuses pharyngienne et œsophagienne le frottement du bol alimentaire, la muqueuse glandaire et la muqueuse vaginale leur frottement réciproque pendant l'accouplement, la muqueuse uréthrale le frottement des liquides qu'elle déverse au dehors. Aussi ont-elles pour troisième caractère commun un derme ou chorion dense et résistant.

Comme les papilles et l'épithélium, ce chorion muqueux varie beaucoup d'épaisseur. Il est surtout très épais sur la voûte palatine et sur les gencives ; un peu moins épais sur la face dorsale de la langue, assez mince sur les autres parties de la muqueuse sus-diaphragmatique. On remarque son épaisseur sur la première moitié du vagin, sur la couronne du gland, sa minceur sur les parois de l'urèthre et du col utérin ; on constate en un mot qu'il est d'autant plus épais et plus résistant qu'il avait à subir des pressions plus considérables et plus souvent renouvelées, d'autant plus mince que celles-ci sont plus faibles et plus rares.

Le chorion muqueux emprunte sa résistance à deux éléments, aux faisceaux de tissu conjonctif qui prennent une part importante à sa structure, et aux fibres élastiques qui s'entremêlent à ces faisceaux.

Les faisceaux conjonctifs s'accumulent en grand nombre sur les points où le chorion est épais ; ils offrent une remarquable densité et conservent dans toutes une résistance à peu près égale. Comme dans les autres organes, ils s'entre-croisent en se coupant sous les angles

interpapillaires. — 3, 3, réseau qui répond aux papilles caliciformes, composé de troncules qui serpentent autour de ces papilles. — 4, 4, troncs lymphatiques naissant des parties latérales de ce réseau. — 5, l'un de ces troncs qui passe en dehors des amygdales pour se rendre dans les ganglions moyens du cou. — 6, vaisseaux lymphatiques antérieurs du voile du palais, s'anastomosant avec les troncs latéraux de la face dorsale et formant avec ceux-ci un petit plexus. — 7, 7, autre tronc latéral qui passe en dedans des amygdales. — 8, 8, troncs qui partent de la partie médiane du plexus. — 9, 9, autres troncs, moins volumineux, dépendant des précédents et disparaissant comme ceux-ci au moment où ils s'engagent dans les parois du pharynx.

les plus divers. Au-dessous de ces faisceaux se trouve une couche de tissu conjonctif lâche, mais seulement dans certaines muqueuses, et particulièrement dans celles qui possèdent la faculté de se plisser et déplisser. Il résulte de l'existence de cette couche sous-muqueuse que le chorion muqueux est plus ou moins adhérent.

Les fibres élastiques situées entre les faisceaux précédents, et sur toute leur périphérie, sont extrêmement nombreuses, mais très inégalement réparties. Dans la muqueuse urétrale, elles se trouvent acc-

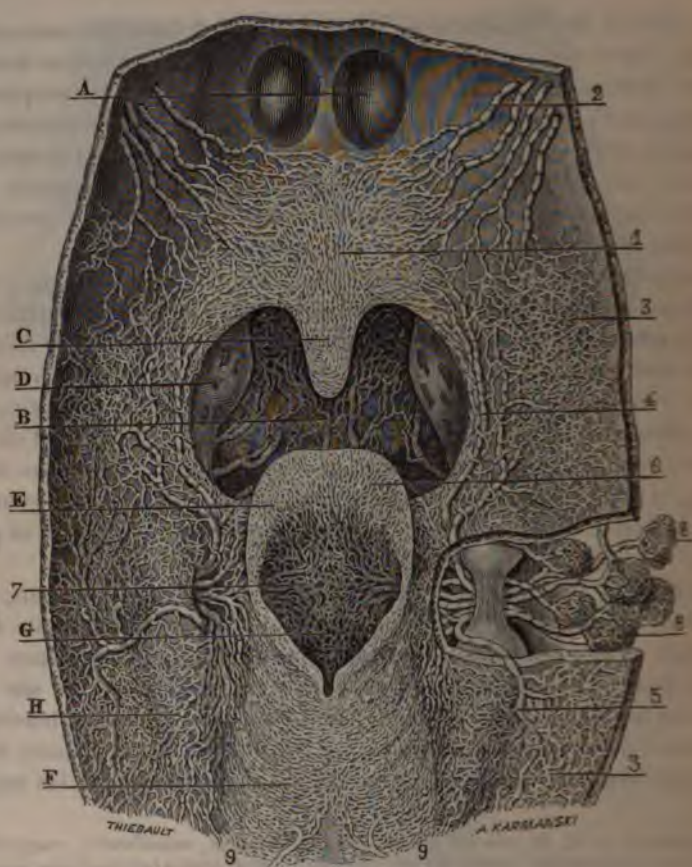


FIG. 231. — Vaisseaux lymphatiques des parois du pharynx et du larynx.

A, orifices postérieurs des fosses nasales. — B, base de la langue. — C, voile. — D, amygdales. — E, épiglotte. — F, larynx vu par sa face postérieure. — G, orifice supérieur du larynx. — H, grandes cornes du cartilage thyroïde unies à l'os hyoïde par le ligament thyro-hyoïdien.

1, réseau lymphatique de la face supérieure du voile du palais. — 2, tronc q

mulées en prodigieuse quantité; aucune muqueuse n'en possède une telle abondance. Leur proportion ici est bien supérieure à celle des faisceaux conjonctifs. Dans les autres muqueuses, elles sont remarquables aussi par leur nombre, mais ne sauraient être comparées à la précédente. C'est à ces fibres que les muqueuses papillaires sont redevables de la faculté de reprendre leur calibre normal lorsqu'elles ont été plus ou moins dilatées. Mais elles ont aussi pour attribution de consolider leur résistance.

4° Vaisseaux et nerfs des muqueuses papillaires. — Toutes sont riches en vaisseaux sanguins qui viennent se perdre dans leurs papilles; toutes sont riches aussi en vaisseaux lymphatiques qui naissent de ces mêmes papilles. Des nerfs de deux ordres, les uns émanés du névraxe, les autres du grand sympathique, se ramifient et s'anastomosent dans leur épaisseur.

Les artères qui pénètrent et se distribuent dans les muqueuses buccale, pharyngienne et œsophagienne, celles qui se rendent dans les muqueuses vaginale, uréthrale, etc., ont été vues et bien décrites par tous les anatomistes. Pour chacune d'elles elles émanent de plusieurs sources différentes, en sorte que leur circulation est assurée contre toutes les influences morbides qui pourraient l'entraver. Aussi, deviennent-elles bien rarement le siège de ces gangrènes que nous voyons si souvent se produire sur le tégument externe.

Leur nutrition est d'autant mieux garantie qu'elles naissent de chaque côté de la ligne médiane. Leurs divisions s'anastomosent ainsi d'une part avec celles qui viennent du même côté, de l'autre avec celles du côté opposé. Telles sont les conditions vasculaires que nous présentent la muqueuse labiale, les muqueuses du pharynx et de l'œsophage, celles du vagin et de l'urèthre. Leurs dernières divisions, après avoir cheminé entre les faisceaux conjonctifs, se prolongent jusque dans les papilles, où on les voit se ramifier et s'anastomoser aussi.

Les veines sont quelquefois accolées aux artères; le plus souvent elles en restent indépendantes. Elles viennent se terminer dans le système veineux général.

Les vaisseaux lymphatiques naissent en extrême abondance de toutes les muqueuses papillaires. Leur nombre est proportionnel à celui des papilles. La correspondance qu'on retrouve partout entre la sensibilité des téguments et le développement du système lymphatique se montre

partent de ce réseau. — 3, 3, réseau lymphatique des parois du pharynx. — 4, troncs descendants de ce réseau. — 5, tronc ascendant du même réseau. — 6, réseau lymphatique de l'épiglotte. — 7, réseau lymphatique des parois du larynx et troncs qui en partent. — 8, 8, ganglions dans lesquels se rendent tous les troncs émanés des parois du pharynx et du larynx. — 9, 9, réseau lymphatique de la partie supérieure des parois de l'œsophage.

plus éclatante encore d'évidence sur toutes les muqueuses de cette classe, qui toutes jouissent d'une extrême sensibilité, et qui toutes aussi sont recouvertes d'innombrables radicules absorbantes. Voyez les lèvres, leur muqueuse disparaît sous le réseau qui les recouvre; voyez la langue ici les mailles du réseau sont non seulement très serrées, mais superposées; voyez la muqueuse du vagin, voyez surtout la muqueuse urétrale, si sensible l'une et l'autre, et toutes deux si abondamment pourvues de vaisseaux lymphatiques.

L'orifice palpébral lui-même n'échappe pas à la loi générale. Nulle part on ne rencontre un plus beau réseau que celui qui en recouvre toute la circonférence.

La multiplicité des radicules lymphatiques sur les muqueuses papillaires est telle que la présence constante de ces vaisseaux à leur surface et dans leur épaisseur peut être considérée comme un de leurs attributs les plus importants.

Les divisions que le système nerveux de la vie animale abandonne aux muqueuses papillaires sont volumineuses et très multipliées aussi. C'est dans la muqueuse linguale surtout qu'elles se répandent en nombre presque infini. Si elles se montrent moins abondantes dans les autres membranes de la même classe, elles n'en sont pas moins remarquables aussi par la prodigieuse quantité de leurs dernières ramifications.

A ces importantes divisions nerveuses s'en joignent d'autres, à peine

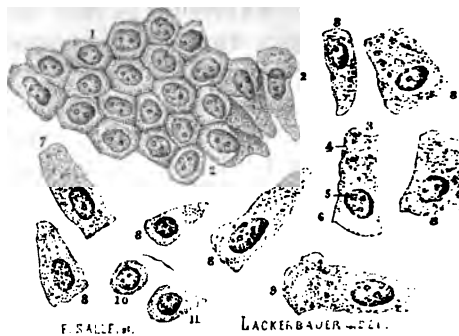


FIG. 232. — Épithélium de la muqueuse gastrique.

1, un segment de cet épithélium vu par sa face libre, et se présentant sous l'aspect d'une mosaïque à pièces hexagonales. — 2, 2, cellules situées sur le bord du segment; elles sont vues obliquement, en sorte qu'on distingue à la fois leur base, leur surface et leur sommet. — 3, une cellule cylindrique vue dans toute sa longueur. — 4, son extrémité inférieure ou profonde. — 5, son noyau. — 6, sa base ou extrémité libre. — 7, cellule semblable à la précédente. — 8, 8, 8, 8, 8, autres cellules de forme variée, dont le noyau est très rapproché de la base. — 9, cellule dont le noyau est au contraire très rapproché du sommet. — 10, cellule isolée et vue par sa base. — 11, la même cellule qui vient de se déplacer et dont on voit la surface raccourci.

mentionnées, qui viennent du système nerveux de la vie organique. Il en est de ces dernières comme de celles qui se rendent à la peau ; elles sont aussi nombreuses et aussi importantes que celles venues du névraxe, et elles ont passé inaperçues aussi. Elles accompagnent partout les précédentes et remplissent des attributions différentes, les premières présidant à la sensibilité, les secondes à la nutrition et aux sécrétions glandulaires.

Les muqueuses papillaires possèdent en effet des glandes de deux ordres : les unes situées dans leur épaisseur, ou glandes pariétales, les autres plus ou moins éloignées qui répandent aussi sur leur surface le produit de leurs sécrétions. Mais c'est sur les muqueuses cribriformes que nous verrons les glandes s'élever au plus haut degré de leur développement et atteindre toute leur importance.

B. — Muqueuses cribriformes.

Ces muqueuses, au nombre de trois seulement, sont représentées par la muqueuse de l'estomac, par celle de l'intestin grêle et par celle du gros intestin. Ce second groupe s'étend en un mot du cardia à l'orifice anal. Si le précédent est nettement caractérisé par l'ensemble de

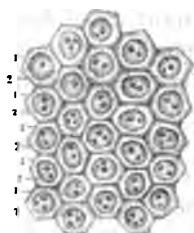


FIG. 233. — Cellules cylindriques de l'intestin grêle vues par leur base.



FIG. 234. — Ces mêmes cellules vues dans toute leur longueur.

Fig. 233. — 1, 1, 1, 1, extrémité libre ou base des cellules ; à travers cette base on voit le noyau de chaque cellule ; ainsi juxtaposées par leur contour hexagonal, elles représentent une sorte de mosaïque.

Fig. 234. — 1, groupe de cellules cylindriques, juxtaposées et unies entre elles dans toute leur longueur. — 2, contour de ces cellules ; protoplasme et leucytes qui remplissent leur cavité. — 3, leur noyau de forme ovoïde. — 4, membrane qui recouvre leur base, en passant de l'une à l'autre sans se modifier ; elle contribue à les unir entre elles. — 5, 5, deux cellules du même groupe qui viennent de s'en détacher. — 6, 6, 6, cellules isolées de forme conoïde. — 7, 7, 7, cellules dont le noyau se trouve très rapproché de leur sommet. — 8, 8, cellules dont le noyau est au contraire plus approché de leur base.

ses attributs, celui-ci par son épithélium, par ses villosités, par ses orifices, se distingue très bien aussi des deux autres.

1° *Épithélium*. — L'épithélium cylindrique qui recouvre ces trois muqueuses est très facile à détacher et si altérable qu'il est resté longtemps méconnu. Il commence à l'orifice supérieur de l'estomac, sur le cardia, au niveau duquel une ligne circulaire, plus ou moins apparente, le sépare de l'épithélium pavimenteux de l'œsophage. Au niveau de l'orifice anal, il se continue avec la couche profonde ou muqueuse de l'épiderme. A cette limite aussi existe une ligne circulaire sur laquelle s'arrête la couche cornée.

Cet épithélium est plus épais que celui des muqueuses papillaires, mais beaucoup moins résistant et aussi beaucoup moins adhérent, en sorte qu'il se prête très facilement à l'étude. Il suffit de passer le dos d'un scalpel sur un point quelconque de son étendue pour en enlever quelques débris; en soumettant ceux-ci à l'action des réactifs les plus dilués et à l'examen microscopique, on reconnaît aussitôt les cellules très caractéristiques qui le composent.

Sa surface libre est unie et criblée d'innombrables orifices circulaires, d'égal diamètre, et à peu près également espacés. Ils sont plus régulièrement disposés sur l'estomac et sur le gros intestin, moins régulièrement sur la muqueuse de l'intestin grêle, occupant sur celle-ci les espaces compris entre ses villosités. Cette surface est recouverte d'une couche de mucus, toujours très mince et très fluide dans l'état de parfaite intégrité. Lorsqu'on fait passer un courant d'eau dans l'aorte pour hydrotomiser les organes, on enlève ce mucus, et l'on voit alors admirablement bien les orifices de l'épithélium qui prennent l'aspect d'un véritable crible.

Sa surface profonde repose sur le chorion muqueux, dont elle se trouve séparée par aucune couche intermédiaire.

Cet épithélium est formé de cellules allongées, verticales et cylindriques, qui deviennent prismatiques par pression réciproque. Sur l'intestin grêle, toutes les cellules sont recouvertes par une couche amorphe, bien évidente, qui passe sur leur extrémité libre et qui les relie entre elles. Sur les lambeaux qu'on détache, elles forment des groupes qu'on voit tantôt par cette extrémité et tantôt par leur longueur; dans le premier cas, elles rappellent l'aspect des épithélium pavimenteux, leur noyau devenant très visible; dans le second, elles prennent le mode de configuration qui leur est propre, et la couche amorphe qui les recouvre se montre de profil. Cette couche amorphe, selon Kolliker, serait composée de canalicules qui donnent passage au chyle; selon Brucke, elle serait formée de cils agglutinés.

La forme des cellules est plutôt conoïde que cylindrique; sur l'est-

mac, c'est la forme conoïde qui prédomine; sur le canal intestinal, elles sont plus allongées et plus prismatiques. On peut donc leur considérer une base et un sommet. La base, adhérente à la couche amorphe, est plane. Le sommet repose sur une couche de petites cellules conoïdes qui, en se développant, remplaceront les cellules adultes.

Chacune de ces cellules contient un gros noyau très visible, un protoplasme, des leucytes, et souvent aussi des granulations graisseuses.

2° *Villosités*. — Ces saillies, assez nombreuses pour se toucher et pour donner à la muqueuse de l'intestin grêle l'aspect du velours, recouvrent la presque totalité des muqueuses cribriformes, puisque celles de l'estomac et du gros intestin réunies n'en représentent qu'une très petite partie. Par leur nombre, par l'immense étendue de la surface qu'elles occupent, par leur volume, par le rôle très élevé qu'elles remplissent, elles constituent l'un des attributs les plus distinctifs des muqueuses de la seconde classe.

Elles ne sont pas également multipliées sur tous les points. On remarque qu'elles diminuent de nombre et de volume sur la seconde moitié de l'intestin. On les trouve d'autant plus petites et plus espacées qu'elles sont plus voisines de la valvule iléo-cæcale; d'autant plus nombreuses, plus développées et plus rapprochées qu'elles répondent aux parties plus élevées de l'intestin.

Leur forme est très variable aussi : lamelliformes et serpenti-formes sur la première portion du duodénum, elles ne tardent pas à prendre le mode de configuration qui leur est propre. On voit alors qu'elles sont plus longues que larges, un peu aplaties, conoïdes ou pyramidales, effilées à leur sommet, très rarement divisées, et bien différentes sous ce rapport des papilles. Quelques-unes sont allongées à leur base et prennent la forme d'une crête. Leur consistance est presque nulle. Comme les poils du velours, elles peuvent s'incliner en tous sens. C'est sous l'eau qu'il convient de les étudier pour prendre une complète connaissance de leur nature, de leur forme, de leur nombre et de leurs variétés. Très vasculaires, elles offrent une teinte rosée qu'elles empruntent à leurs capillaires sanguins.

La structure des villosités à toutes les époques a vivement attiré l'attention des anatomistes. Les éléments qui entrent dans leur composition sont non seulement nombreux, mais d'une nature délicate et compliqués dans leur mode d'arrangement. Chacune d'elles est recouverte d'une gaine épithéliale formée de cellules cylindriques parallèles et unies entre elles par une substance amorphe ou par simple juxtaposition.

Au-dessous de cette gaine se trouve le corps de la villosité, qui tire son origine du chorion muqueux, et qui a aussi pour élément fonda-

mental un tissu conjonctif à faisceaux grêles, très minces et peu tincts, entre lesquels on observe, surtout chez l'enfant, une prodigieuse quantité de très petites cellules irrégulièrement sphériques. Cette trame conjonctive débordant tous les autres éléments de la papille se trouve immédiatement en contact avec la couche épithéliale. Aucune trace de fibres élastiques ne se montre dans son épaisseur.

Les autres éléments des villosités sont représentés par des fibres musculaires lisses, des vaisseaux sanguins très nombreux et très divisés, des vaisseaux lymphatiques dont l'existence n'est plus contestée. Quant à leur origine, le trajet et les connexions restent encore un sujet de vives discussions.

Les fibres musculaires occupent toute l'épaisseur des villosités, et plus particulièrement leur partie centrale. Elles forment, du reste



FIG. 235. — Artères et veines des villosités injectées avec l'essence de térébenthine (Grossissement de 100 diamètres.)

1, 1, 1, 1, villosités cylindriques présentant une seule veine, très volumineuse qui en occupe le centre, et plusieurs très petites artères, presque toutes de même calibre, et disposées autour du tronc veineux avec les origines duquel elles se réunissent. — 2, 2, 2, 2, villosités aplaties possédant deux troncs veineux, et de nombreuses artérioles qui se terminent dans un plexus extrêmement riche, formé de leurs branches d'origine. — 3, villosité plus large que les précédentes, dans laquelle on voit trois troncs veineux, qui forment par leurs branches d'origine anastomoses un plexus très serré; autour de ces troncs on aperçoit les artérioles, toutes très petites et très pâles, qui se jettent dans ce plexus.

deux groupes bien distincts : les unes étant longitudinales et les autres transversales. Les premières, déjà vues et décrites par Bruke, s'étendent de la base au sommet des saillies villeuses ; les autres très diluées les mettent bien en évidence. Elles nous expliquent le raccourcissement de ces saillies au moment où elles entrent en contact avec l'air sur un mammifère qu'on vient de sacrifier ; les villosités offrent alors des plis onduleux et transversaux qui sont évidemment un simple phénomène de contraction. Les fibres transversales, un peu moins faciles à voir, ne sont pas moins réelles que les précédentes. Les mêmes réactifs permettent d'en démontrer l'existence et la direction ; c'est surtout vers la base des villosités qu'on les rencontre.

Les vaisseaux sanguins tiennent une très large place dans les villosités ; ils en forment la masse principale et en constituent avec les vaisseaux lymphatiques la partie essentielle. Elles n'existent que pour eux et par eux. Les papilles sont des saillies nerveuses, mises au service de la sensibilité. Les villosités sont des saillies vasculaires mises au service de l'absorption ; elles représentent une des bases de la vie, et même la base principale, car c'est sur elles que reposent l'absorption, la nutrition et la conservation de l'organisme. Pour prendre connaissance de leurs vaisseaux sanguins, il faut les injecter avec l'essence de térébenthine qui les remplit entièrement et que la capillarité retient dans leur cavité au moment où l'on détache une particule de la muqueuse pour les examiner.

Dans ces conditions, on reste surpris du grand développement et de l'abondance de ces vaisseaux ; on voit alors qu'ils sont représentés surtout par des capillaires, quelques-uns volumineux, d'autres plus petits, ou même très déliés, mais tous anastomosés et tournant leur convexité vers les liquides de l'intestin.

Les vaisseaux lymphatiques prennent ici le nom de *chylifères*. Selon l'immense majorité des histologistes, ils sont représentés dans chaque villosité par un conduit unique et assez volumineux pour en former toute la partie centrale. On n'admet plus aujourd'hui que ce vaisseau chylifère s'ouvre au sommet de la saillie qu'il occupe. Mais les observateurs qui le considèrent comme unique, central et volumineux, n'ont apporté jusqu'ici aucune preuve confirmant la description qu'ils en donnent. Quelques-uns cependant parlent de sa tunique épithéliale, tunique qui n'attesterait la présence que d'un seul vaisseau et qui laisse dans l'ombre tous ceux qui viennent s'ouvrir dans sa cavité, et que la plupart des auteurs ont vainement cherchés. Ce n'est pas, du reste, à la partie contenant des vaisseaux chylifères qu'il faut s'adresser pour observer leur mode d'origine. Aussi longtemps que les anatomistes se borneront à s'appuyer sur cette partie contenant, la question restera

insoluble. Leurs parois, en effet, sont si transparentes qu'elles échappent aux plus forts grossissements.

Ce qu'il faut s'attacher à suivre, c'est la partie qui est réellement visible; or cette partie visible, ce n'est pas la partie contenant, mais la partie contenue. Celle-ci, en effet, se compose d'innombrables granules, d'une infinie petitesse, entassés comme des grains de millet dans un sac. Ces granules de nature grasseuse remplissent les vaisseaux

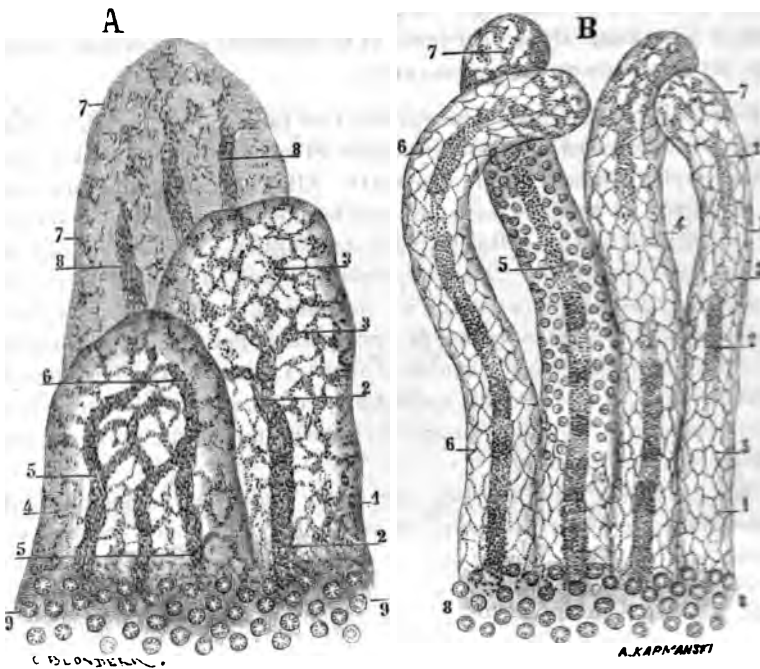


FIG. 236. — Origine des chylifères.

A. *Origine des vaisseaux chylifères chez l'homme, le bœuf et autres mammifères* — 1, une villosité au centre de laquelle on observe un chylifère. — 2, 2, ce chylifère central. — 3, 3, réseau dont il tire son origine. — 4, une autre villosité contenant trois chylifères. — 5, 5, leurs troncs. — 6, leur réseau d'origine. — 7, 7, troisième villosité, du sommet de laquelle naissent aussi trois chylifères. — 8, 8, troncs de ces chylifères. — 9, 9, surface libre de la muqueuse.

B. *Origine des chylifères chez le cheval et le chien.* — 1, 1, une villosité, dont le chylifère central ne contient qu'une très petite quantité de chyle. — 2, 2, deux parties de ce chylifère qui contiennent du chyle et qui sont seules visibles. — 3, 3, réseau de canalicules microscopiques qui vont s'ouvrir dans le canal central. — 4, une villosité dont le canal central est plus rempli que le précédent et plus apparent. — 5, villosité dont le chylifère central est visible sur toute sa longueur. — 6, 6, une villosité dont le chylifère central est plein aussi, mais inégalement. — 7, 7, réseau d'origine qui donne naissance au chylifère central. — 8, 8, surface libre de la muqueuse criblée d'orifices glandulaires.

cherchés et leur donnent une certaine opacité. En observant les premières radicules des chylifères à un grossissement de 200 ou 300 diamètres, après avoir soumis les villosités à l'influence des réactifs acides les plus dilués, on voit ces premières radicules lorsqu'elles contiennent du chyle; on peut alors les surprendre à leur point de départ; on peut les suivre dans leur trajet; et l'on reconnaît qu'elles sont multiples, qu'elles convergent vers l'axe des villosités, qu'elles s'abouchent dans un conduit principal, et que celui-ci, loin de se montrer unique et clos à son extrémité supérieure, est l'aboutissant d'un nombre variable de ramifications qui convergent vers cette extrémité et qui s'ouvrent dans sa cavité à des hauteurs différentes.

Tel est le résultat de mes bien longues recherches sur ce point, recherches très souvent reprises sur l'enfant mort après avoir bu du lait, et sur le chien, le veau, le bœuf, le cheval, auxquels j'avais donné des aliments de nature analogue pour observer leurs villosités en pleine digestion. Or, dans ces conditions, j'ai vu le chyle baigner alors la muqueuse de l'intestin grêle, remplir les cellules qui recouvrent les villosités, puis passer de celles-ci dans les radicules périphériques du chylifère central (fig. 236).

Ces recherches sont délicates et ne donnent souvent que des résultats négatifs, mais quelquefois des résultats positifs. Tous les auteurs qui voudront bien se placer dans les mêmes conditions et qui s'appliqueront à fixer leur attention sur cette partie contenue des chylifères réussiront aussi à les voir et à les suivre dans leur trajet. Je suis donc autorisé à conclure que ces vaisseaux naissent de la périphérie des villosités par des radicules convergentes, de volumes divers, et s'ouvrent dans un vaisseau principal, et quelquefois double ou triple, qui pénètre perpendiculairement dans la muqueuse et qui s'anastomose dans son épaisseur avec les vaisseaux voisins.

Orifices. — Entre les villosités se trouvent les orifices, qui avaient si vivement attiré l'attention de Galeati et qui lui firent apparaître toutes les muqueuses de la seconde classe comme autant de cribles; c'est en effet sous cet aspect qu'elles se présentent. Sur la muqueuse de l'intestin grêle, ces orifices occupent les intervalles compris entre les villosités. Mais sur les parois de l'estomac et du gros intestin, dépourvues de toutes saillies et parfaitement unies, ils sont très régulièrement répartis et partout équidistants. Nous avons vu que leur nombre dans l'espace compris entre la valvule pylorique et la valvule iléo-cæcale s'élève à cinquante millions environ; en ajoutant à ceux-ci tous les orifices qu'on voit sur la muqueuse stomacale et sur celle du gros intestin, il serait beaucoup plus considérable encore.

Tous ces orifices sont circulaires et d'égal diamètre ; ils offrent un contour très net lorsque l'épithélium est intact.

Chacun d'eux représente l'embouchure d'une glande ; c'est dire que ces glandes sont presque innombrables aussi. Elles diffèrent selon qu'elles appartiennent à l'estomac ou au tube intestinal.

Celles de l'estomac sont des glandes en tubes ramifiés, dont le mode de conformation est resté longtemps inconnu. On les considérait comme des glandes en tube simple et à peu près semblables à celles des intestins. J'ai montré qu'elles étaient beaucoup plus composées, et qu'elles se divisaient non seulement en deux ou trois branches principales, mais que celles-ci se subdivisaient de telle sorte que la plupart d'entre elles se terminent par huit, dix ou douze ramifications divergentes (1).

Je n'avais pas mentionné alors le procédé à mettre en usage pour leur étude. Il consiste à faire bouillir dans l'eau ordinaire l'estomac et des segments d'intestin préalablement excisés sur leur longueur. Après une heure d'ébullition, les parois de ces viscères sont dures, très rétractées, très élastiques, et leurs glandes sont encore intactes. A l'état normal, elles sont trop molles pour se prêter à des recherches complètes ; ainsi rétractées, elles sont trop dures. Mais en les soumettant pendant une durée variable à l'action des acides étendus, on

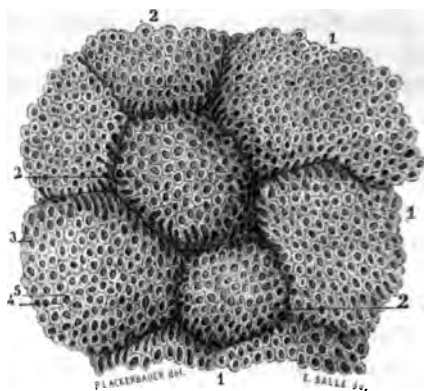


FIG. 237. — Mamelons et orifices de la surface interne de l'estomac. (Grossissement de 20 diamètres.)

1, 1, 1, mamelons dont la surface équivalente à 6 ou 8 millimètres carrés a été représentée en partie seulement. — 2, 2, mamelons de plus petites dimensions. — 3, mamelon de dimensions moyennes. Toutes ces saillies mamelonnées sont recouvertes d'orifices glandulaires juxtaposés, qui donnent à chacune d'elles l'aspect d'un crible. — 4, épithélium d'un orifice glandulaire. — 5, embouchure de la glande.

(1) Voyez mon *Traité d'anatomie descriptive*, t. IV, 4^e édition, p. 174 et suiv.

ramollit le chorion muqueux, qui se sépare alors de la tunique sous-jacente, et l'on peut en faire des coupes minces perpendiculaires à son épaisseur. Recouvertes d'une lamelle de verre et légèrement comprimées, les glandules se laissent dissocier, deviennent indépendantes les unes des autres, flottent dans le liquide de la préparation et se montrent dans tous leurs moindres détails.

Elles sont de deux ordres : les unes préposées à la sécrétion du suc gastrique, les autres destinées à sécréter un simple mucus. Les premières, ou glandes pepsinifères, occupent presque toute l'étendue des parois de l'estomac. Les secondes, ou glandes muqueuses, ne se rencontrent que dans la région pylorique. Aucune ligne de démarcation ne les sépare ; mais on ne les voit nulle part se mélanger. Toutes affectent le même mode de conformation ; toutes sont également composées. Elles diffèrent seulement par l'épithélium qui tapisse leurs parois. Cet épithélium, sur les glandes pepsinifères, se compose de grosses cellules sphériques qui remplissent presque toute leur cavité et qui donnent à leurs divisions un aspect variqueux. Elles contiennent le suc gastrique qui s'en échappe pour se répandre sur les parois de l'estomac.

L'épithélium des glandes muqueuses est formé de cellules cylindriques, juxtaposées et parallèles, qui ne diffèrent pas de celles de l'épithélium de l'estomac et du canal intestinal.

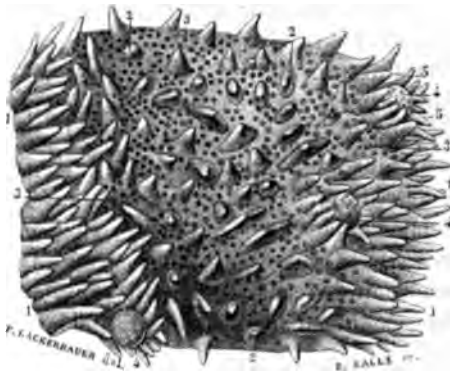


FIG. 238. — Villosités et orifices de la partie moyenne de la muqueuse de l'intestin grêle. (Grossissement de 20 diamètres.)

1, 1, 1, villosités, de forme conoïde pour la plupart, presque toutes obliquement inclinées dans le même sens et vues pour la plupart dans leur longueur. — 2, 2, 2, villosités un peu aplaties, vues par leur sommet et un peu plus espacées que les précédentes. — 3, 3, 3, orifices des glandes en tube. — 4, 4, 4, follicules clos, soulevant la muqueuse, qui passent sur eux avec ses glandes en tube, dont on voit l'orifice. — 5, couronne de villosités entourant l'un de ces follicules.

Les glandes de l'estomac et de l'intestin diffèrent assez notablement par leurs dimensions et par le nombre de leurs divisions selon les animaux, mais conservent toujours la même structure.

Celles du canal intestinal contrastent avec celles de l'estomac par leur petitesse relative. Elles sont plus nombreuses encore, parallèles et juxtaposées. Elles étaient considérées comme très simples. Or il est facile de constater que leur extrémité profonde, un peu renflée, est souvent divisée en deux ou trois culs-de-sac qui ne suffisent pas pour en faire des glandes comparables à celles de l'estomac, mais qui attestent cependant une certaine tendance à se ramifier aussi. Chez les quadrupèdes, elles se divisent et se ramifient en effet, sans atteindre jamais le degré de complications qu'on observe sur les glandes gastriques.

L'épithélium de ces muqueuses est très facile à mettre en évidence. En les comprimant sur les animaux qui viennent d'être sacrifiés, on le voit sortir en masse et flotter autour de leur embouchure, en sorte qu'il se prête alors très bien à l'examen microscopique.

Les muqueuses cribriformes sont constituées par un tissu conjonctif fibrillaire, réduit à sa plus grande simplicité, et caractérisé surtout par le très grand nombre de cellules qui concourent à le former. Ces cellules sont sphériques chez le fœtus et l'enfant, irrégulières et pourvues de prolongements chez l'adulte.

Aux muqueuses cribriformes est annexée une couche musculaire à fibres lisses, très mince, qui leur adhère et qui en fait partie. Cette couche se compose de petits faisceaux, aplatis, parallèles au chorion muqueux, et affectant des directions bien différentes. A un faible grossissement on constate sans peine leur entre-croisement. Leur disposition est essentiellement plexiforme.

Des vaisseaux sanguins très ramifiés se voient aussi dans la muqueuse gastrique et dans celle du gros intestin. Les vaisseaux lymphatiques qui en proviennent rampent dans leur épaisseur; on peut facilement les mettre en évidence et les suivre à la surface du gros intestin. Leur origine diffère beaucoup de ceux des chylifères. Ceux-ci naissent des villosités. Ceux du gros intestin naissent des follicules clos (1).

Les nerfs de ces muqueuses émanent du grand sympathique. Ils ont surtout pour attributs distinctifs leur grande abondance, les infinies variétés de leur disposition, l'extrême ténuité des divisions qui les composent, les innombrables ganglions microscopiques disséminés sur leur trajet, et leurs anastomoses qui font de ces dernières ramifications du système nerveux ganglionnaire un réseau inextricable. Pour procéder à

(1) Voy. mon *Traité des vaisseaux lymphatiques*, p. 90 et suiv., pl. XXXII et XXXIII.

leur étude, il faut user de réactifs extrêmement dilués. Je ne saurais trop recommander le suivant, qui donne constamment les meilleurs résultats :

Acide chlorhydrique au 2000°	1 partie.
Acide acétique au 100°	1 —

Deux ou trois jours d'immersion dans ce liquide suffisent pour atteindre le but désiré, à la condition de renouveler chaque jour le réactif. Pour mieux assurer encore le succès, j'ai l'habitude d'injecter le système vasculaire avec une solution d'acide chlorhydrique au 1000°, au 1200° et même au 1500°. Mais la simple immersion dans le réactif mentionné peut suffire le plus souvent. A la suite de cette double

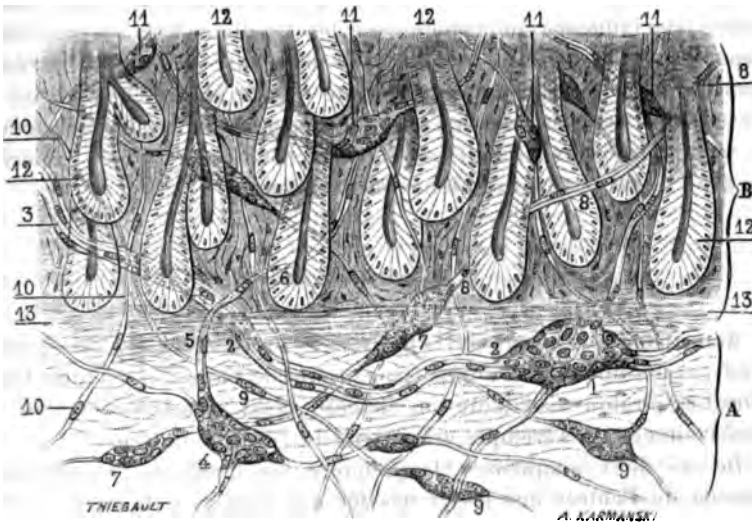


FIG. 239. — Ganglions et nerfs des muqueuses cribriformes.

A. *Ganglions et nerfs traversant le tissu conjonctif sous-muqueux.* — 1, gros ganglion sous-muqueux, duquel partent des cylindraxes entourés chacun de leur gaine de Schwann. — 2, 2, un gros faisceau formé de quatre ou cinq tubes gris. — 3, ce même faisceau, qui a pénétré dans l'épaisseur de la muqueuse. — 4, un ganglion duquel naissent quatre prolongements, dont l'un pénètre et se perd dans la muqueuse. — 5, 6, ce prolongement qui poursuit son trajet. — 7, un autre ganglion déjà engagé dans la muqueuse. — 8, 8, 8, prolongement intra-muqueux qui en part. — 9, 9, deux ganglions sous-muqueux qui envoient chacun aussi un prolongement dans la muqueuse. — 10, 10, un tube nerveux qui passe du tissu sous-jacent dans la muqueuse.

B. *Membrane muqueuse de l'intestin grêle.* — 11, 11, 11, ganglion nerveux situés dans l'épaisseur de cette muqueuse. — 12, 12, 12, glandes en tube dans l'intervalle desquelles cheminent les ganglions et nerfs venus du grand sympathique. — 13, 13, fibres musculaires lisses formant la couche profonde de la muqueuse.

opération, injection et immersion suffisamment prolongée, on voit les parois de l'intestin doubler d'épaisseur, prendre une certaine fermeté, une grande transparence et l'on peut alors faire sur ces parois des coupes minces et perpendiculaires sur lesquelles se montrent dans tout leur luxe et toutes leurs variétés les dernières ramifications du système nerveux de la vie organique.

C'est à la vue de ce merveilleux réseau qu'il devient facile de comprendre son rôle vraiment considérable. De ces innombrables ramifications terminales partent les impressions qui convergent vers la moelle épinière, et qui en reviennent sous la forme d'incitations motrices pour mettre en jeu tous les muscles lisses des viscères abdominaux. De ce réseau terminal provient l'influx nerveux qui préside à la contraction des vaisseaux de ces viscères. C'est lui aussi qui préside à l'élaboration des produits glandulaires. De lui, en un mot, et de lui seul, émane toute cette vaste influence qui rayonne sur les fonctions de la vie nutritive. Répétons encore que dans tous ces actes, de nature si variée, le système nerveux de la vie organique n'emprunte rien au système nerveux de la vie animale, dont on a voulu à toutes les époques le considérer comme un simple tributaire. Il était temps que Bichat vint et qu'avec l'autorité du génie il lui restituât sa pleine indépendance.

C. — Muqueuses ciliées.

Moins nombreuses que celles des classes précédentes, ces muqueuses n'offrent pas une moindre importance, puisque l'une d'elles revêt l'appareil respiratoire sur toute son étendue, tandis que l'autre tapisse la surface interne des trompes et la cavité du corps de l'utérus.

De ces deux muqueuses, la première, ou muqueuse respiratoire, s'étend de l'entrée des fosses nasales aux lobules pulmonaires; elle comprend par conséquent la pituitaire, siège de l'odorat, puis les muqueuses laryngée, trachéale et bronchique, en sorte qu'on pourrait la diviser en deux principaux départements: l'un supérieur, moins étendu, remplissant des fonctions spéciales; l'autre inférieur, beaucoup plus grand et plus important, qui forme la muqueuse respiratoire proprement dite.

La seconde, ou muqueuse ciliée génitale, se renferme dans d'étroites limites; car elle ne revêt que deux très petites cavités, s'étendant de l'orifice externe des trompes, au col de l'utérus, dans la cavité duquel elle ne pénètre même pas.

Si l'on se borne à considérer leur superficie, les deux muqueuses ciliées sont semblables, puisqu'elles sont recouvertes de cils sur toute leur étendue. Mais, si on les considère avec plus d'attention, on se

tarde pas à reconnaître qu'elles diffèrent beaucoup par leur structure. Étudions d'abord les caractères qui leur sont communs.

1° *Cellules à cils vibratiles.* — Ces cellules présentent le mode de conformation des cellules cylindriques. Comme celles-ci, elles sont allongées et juxtaposées par leur longueur. Elles possèdent aussi un noyau volumineux et bien distinct, et un protoplasme riche en leucytes. Mais elles en diffèrent par les cils qui recouvrent leur base. Ceux-ci, rectilignes, parallèles aussi et indépendants les uns des autres, varient soit dans leur nombre, soit dans leur longueur. Leur nombre est en général de six à huit; ils sont plus courts dans certaines espèces animales et plus longs chez d'autres. La substance qui les compose est transparente, amorphe, homogène, et paraît être de même nature que le protoplasme.

Les cils sont doués de la faculté de se mouvoir. Mais ils sont solidaires dans leurs mouvements. Cette faculté fait de chacun d'eux une véritable puissance, qui joue surtout un grand rôle dans le monde des invertébrés. Il faut les avoir vus en action pour se faire une juste idée de la très grande importance qu'ils présentent. Au moment où ils se meuvent, ils s'inclinent tous ensemble, dans le même sens; et non seulement ceux qui appartiennent à la même cellule s'associent ainsi, dans leurs mouvements, mais tous ceux qui dépendent de la même muqueuse agissent avec le même ensemble et coopèrent au même but. De cette union résulte leur force bien supérieure à celle qu'on pourrait leur accorder à l'aspect de leurs minimes dimensions.

Les cils s'altèrent très rapidement, en sorte que pour les observer dans les meilleures conditions c'est sur l'animal vivant ou récemment sacrifié qu'il faut les étudier. Chez l'homme, on utilise dans ce but les supplicés. Parmi les invertébrés, on pourra choisir l'huître, qui est très favorable pour leur étude; le liquide dans lequel ils baignent devient alors le meilleur réactif à mettre en usage.

Qu'on les observe sur la muqueuse nasale, sur la muqueuse respiratoire, ou sur la muqueuse utérine, les cils ne diffèrent pas dans leur état de parfaite conservation, c'est-à-dire lorsqu'on les examine au microscope immédiatement après la mort. Si elle remonte à quarante-huit heures, ou même à vingt-quatre heures, on les trouve déjà modifiés et méconnaissables le plus habituellement.

2° *Chorion muqueux.* — C'est sur le chorion que reposent les cellules vibratiles; l'épithélium qu'elles forment en s'unissant ne lui adhère que faiblement. Il s'en détache rapidement après la mort. Ce chorion, assez épais, de couleur blanche ou rosée, se compose de tissu conjonctif, dont les faisceaux sont entre-croisés et très distincts. Il contient aussi des fibres élastiques.

Dans son épaisseur ou au-dessous de sa face profonde se voient des glandes, de nature différente selon la muqueuse qu'on considère, mais sur toutes remarquables par leur abondance.

Il reçoit de nombreux vaisseaux sanguins, et possède aussi un réseau lymphatique, et des nerfs qui viennent les uns du névral, les autres du grand sympathique.

Tels sont les attributs communs à toutes les muqueuses ciliées. Mais celles-ci en possèdent d'autres propres à chacune d'elles.

A. — *Muqueuse respiratoire.*

Le chorion qui en forme la partie fondamentale est plus ou moins épais, très dense, très résistant et de teinte rosée. Les glandes qui en dépendent sont toutes des glandes en grappe; quelques-unes, comme celles qui sont annexées aux diverticules de la muqueuse nasale, sont de simples utricules. Mais cette muqueuse ne présente aucune glande en tube.

Elle a aussi pour attribut essentiel l'extrême abondance de ses fibres élastiques, déjà très multipliées dans sa partie la plus élevée, mais qui deviennent de plus en plus nombreuses sur sa partie inférieure à mesure qu'on se rapproche des dernières divisions bronchiques.

Ses vaisseaux sanguins sont remarquables également par leur nombre. Ils tiennent une place considérable dans la structure du chorion muqueux, d'où la fréquence et souvent aussi l'abondance des hémorragies nasales. Ils prennent plus d'importance encore sur la muqueuse bronchique et dans les lobules pulmonaires, presque exclusivement composés de fibres élastiques et de capillaires sanguins.

Le système lymphatique arrive sur la muqueuse respiratoire à un très grand développement; et c'est aussi sur sa partie terminale qu'on observe les réseaux les plus remarquables. Tous les troncs lymphatiques si nombreux et si volumineux qui convergent vers la racine des poumons pour se jeter dans les ganglions bronchiques, tirent leur origine des lobules pulmonaires.

Ajoutons que les nerfs de cette muqueuse viennent pour la plupart de l'encéphale. Le réseau formé par leurs dernières divisions peut être comparé à celui des vaisseaux sanguins et lymphatiques. Extrêmement vasculaire, elle n'est pas moins riche en ramifications nerveuses, d'où la grande sensibilité qu'on retrouve sur tous les points de son étendue. sensibilité double, c'est-à-dire spéciale et générale sur la muqueuse nasale, extrêmement vive à l'entrée du larynx, et très vive aussi sur toute la longueur de l'arbre aërifère.

En un mot, la muqueuse respiratoire a pour attributs distinctifs :

densité et sa résistance, la multiplicité de ses vaisseaux sanguins, l'importance de ses vaisseaux lymphatiques, l'abondance de ses fibres élastiques, et sa vive sensibilité, en rapport avec le nombre et le volume des nerfs qu'elle reçoit.

B. — *Muqueuse génitale.*

Cette muqueuse se distingue de la précédente par des caractères presque diamétralement opposés.

Son chorion n'est pas dur et résistant, mais d'une remarquable mollesse. Il adhère de la manière la plus intime à la tunique musculaire de l'utérus et des trompes, dont on chercherait vainement à le détacher.

Dans ce chorion, les fibres élastiques font à peu près complètement défaut. Il n'a pour charpente que des faisceaux conjonctifs fibrillaires assez nombreux, mais d'une faible consistance.

La muqueuse respiratoire ne possède que des glandes en grappes, disséminées pour la plupart sur sa face adhérente. Dans la muqueuse génitale, on ne rencontre que des glandes en tubes juxtaposées et situées dans l'épaisseur de la muqueuse : ces glandules disparaissent sur les trompes.

Par l'abondance de leurs vaisseaux sanguins, les deux muqueuses ciliées se rapprochent. Ceux qui se distribuent à la muqueuse respiratoire sont plus volumineux et plus ramifiés. Ceux de la muqueuse utérine sont représentés surtout par des capillaires, c'est-à-dire par des vaisseaux dépourvus de fibres musculaires.

Le système lymphatique se comporte différemment aussi sur les deux muqueuses. Nous avons vu combien il est développé sur la muqueuse supérieure; il l'est si peu sur l'inférieure que son existence avait été méconnue. J'ai pu constater cependant que la muqueuse utérine est recouverte aussi d'un réseau lymphatique qui se continue avec celui du col utérin. Mais ce réseau ne saurait être comparé à celui qu'on observe sur la muqueuse respiratoire.

Quant aux nerfs, la différence qui sépare les deux muqueuses est complète. D'un côté, c'est le névraxe qui donne à la muqueuse respiratoire la sensibilité; de l'autre, c'est le grand sympathique; d'un côté, cette sensibilité est vive; de l'autre, elle est presque nulle. C'est seulement dans l'état morbide qu'elle prend un caractère remarquable d'acuité.

Ainsi, un chorion sans résistance et privé de fibres élastiques, des vaisseaux sanguins réduits pour la plupart à de simples capillaires, un réseau lymphatique relativement pauvre, et des nerfs provenant du

système nerveux de la vie organique, tels sont les principaux traits qui caractérisent la muqueuse génitale et qui la distinguent de la muqueuse respiratoire.

§ 3. — DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME MUQUEUX.

Le blastoderme se compose de trois feuillets; et chacun de ces feuillets concourt à la formation du système muqueux. Mais ils ne prennent pas à son développement une part égale.

L'endoderme ou feuillet interne est celui qui forme la plus grande partie de ce système. De ce feuillet, en effet, partent les muqueuses les plus amples et les plus importantes : la muqueuse digestive, la muqueuse respiratoire et la muqueuse vésicale.

L'ectoderme ou feuillet externe donne naissance aux muqueuses céphaliques, c'est-à-dire à la muqueuse nasale et à la muqueuse buccale.

Du mésoderme ou feuillet moyen naissent les canaux de Wolf et de Muller, aux dépens desquels se constituent les muqueuses génitales chez l'homme et chez la femme.

A. — Développement des muqueuses qui naissent de l'endoderme.

Les trois muqueuses qui tirent leur origine de ce feuillet diffèrent beaucoup par leur structure. Elles ne diffèrent pas moins par leur évolution. Chacune d'elles mérite donc de fixer notre attention.

a. Développement de la muqueuse digestive. — L'appareil de la digestion se présente sous des aspects bien différents, selon qu'il est plus ou moins avancé dans son évolution. On peut distinguer dans les transformations qu'il subit trois principales phases. Dans la première, il n'est séparé du sac vitellin que par un simple sillon. Dans la seconde, il se continue avec ce sac par un pédicule, le *pédicule vitello-intestinal*, en sorte que la communication, très large au début, se rétrécit beaucoup, et de plus en plus. Dans la troisième, toute communication cesse, et la muqueuse prend son mode de conformation définitif.

Première période. — *Le tube digestif et la vésicule ombilicale forment une seule et même cavité qu'un étranglement divise en deux parties très inégales.* — Le blastoderme constitue d'abord une cavité sphérique. Lorsque la partie centrale ou embryonnaire de l'aire transparente se soulève en écusson, un léger sillon le circonscrit. A dater de ce moment, la cavité du blastoderme comprend deux parties : l'une, bien minime et allongée, c'est le *futur embryon* ou *sac embryonnaire*; l'autre, énorme et sphérique, c'est le *sac vitellin*. Le feuillet interne

de ce sac embryonnaire représente, sous sa forme primitive, le tube digestif, et celui du sac vitellin la vésicule ombilicale.

L'évolution de ces deux parties continuant le sillon qui les sépare se resserre; l'appareil de la digestion, qui était d'abord un simple segment d'ovoïde, s'allonge en prenant la forme d'une nacelle; et, comme le repli céphalique s'allonge aussi pour le recouvrir, la nacelle se ferme supérieurement. Ainsi prend naissance la *carité céphalo-intestinale*, ou *intestin antérieur*, *intestin supérieur*, aux dépens duquel se formeront le pharynx et l'œsophage. Le repli caudal, s'allongeant de bas en haut, ferme la nacelle à son extrémité opposée, qui prend alors le nom d'intestin postérieur. Les replis latéraux, d'une autre part, s'avancant l'un vers l'autre, la gouttière longitudinale se transforme en tube, qui reste ouvert en avant et qui communique par cette ouverture avec la vésicule ombilicale (fig. 240 et suiv.).

Deuxième période. — Au début de cette seconde période, l'appareil digestif est tubuliforme sur toute sa longueur, mais encore rectiligne et largement ouvert au niveau du pédicule vitellin. On lui considère alors trois parties : l'intestin antérieur ou supérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur ou inférieur.

Les intestins antérieur et postérieur nous sont déjà connus. Nous savons que le premier forme le pharynx et l'œsophage; l'un et l'autre, d'abord très courts, s'allongent à mesure que la tête se développe. Le second ne représente que l'extrémité terminale du rectum, ou le *cloaque*, sur lequel nous reviendrons en étudiant le sinus uro-génital.

L'intestin moyen s'étend de l'œsophage au cloaque : il comprend donc toute la partie du tube digestif que recouvre le péritoine, c'est-à-dire l'estomac, l'intestin grêle et la presque totalité du gros intestin.

L'estomac est d'abord vertical; mais bientôt il se dilate et devient fusiforme. Puis son extrémité inférieure s'incline un peu à droite, et le viscère décrit une légère courbure.

La portion de l'intestin qui fait suite à l'estomac reste appliquée contre le rachis; elle forme le duodénum. Plus bas, l'intestin s'écarte du rachis pour se porter vers le conduit vitellin, dans lequel il pénètre, se replie alors pour s'appliquer à lui-même et forme ainsi une anse à convexité antérieure, sur le sommet de laquelle s'ouvre le conduit vitellin. Des deux moitiés de l'anse, la première ou supérieure produira en s'allongeant le jéjunum et l'iléon; la seconde ou inférieure sera l'origine du gros intestin.

Pendant que l'estomac et l'intestin s'écartent du rachis, on voit se produire deux prolongements antéro-postérieurs qui s'étendent vers ces viscères; le plus élevé représente le mésentère de l'estomac, ou *mésogastre*, et le plus inférieur le mésentère du canal intestinal.

Dans le cours de cette période, le tube digestif, jusqu'alors complé-

tement clos à ses deux extrémités, s'ouvre d'abord à son extrémité céphalique et ensuite à son extrémité caudale.

Troisième période. — A mesure que le pédicule vitellin se resserre, l'intestin moyen, qui d'abord faisait hernie dans la vésicule ombilicale, rentre peu à peu dans l'abdomen. Le conduit vitello-intestinal s'oblitére et l'orifice par lequel il communiquait avec l'intestin disparaît.

Dès que l'ansé par laquelle le canal intestinal communiquait avec la vésicule ombilicale est devenue libre et flottante dans la cavité de l'abdomen, ses deux branches s'allongent rapidement et commencent à se contourner. Les circonvolutions de l'intestin grêle, plus précoces et plus nombreuses, prennent possession de la partie centrale de l'abdomen. Celles du gros intestin, dont le volume est beaucoup moindre, sont rejetées sur la circonférence de la cavité avec leurs mésentères.

Les glandes de la portion sous-diaphragmatique de la muqueuse digestive naissent de l'épithélium qui la recouvre, sous forme de dépressions d'abord très petites, qui s'allongent progressivement et qui deviennent bien distinctes au quatrième mois. Les villosités apparaissent dans le courant du troisième mois.

b. Développement de la muqueuse respiratoire. — Cette muqueuse tire son origine de la muqueuse digestive, avec laquelle elle reste en large communication pendant toute la durée de la vie. Elle



FIG. 240. — Dépression circum-embryonnaire commençante.



FIG. 241. — Capuchons amniotiques céphalique et caudal.

FIG. 240. — Coupe de l'œuf parallèle au grand axe de l'embryon. — 1, 1, membrane vitelline. — 2, 2, feuillet externe du blastoderme. — 3, 3, embryon renoué sur son grand axe et déterminant par cette incurvation la dépression qui le sépare de ses annexes. — 4, feuillet interne formant la vésicule ombilicale. — 5, 5, premier vestige de la gouttière intestinale. — 6, vésicule ombilicale constituant à cette époque la presque totalité de l'œuf.

FIG. 241. — Coupe de l'œuf parallèle au grand axe de l'embryon. — 1, 1, membrane vitelline. — 2, 2, feuillet externe du blastoderme. — 3, 3, embryon. — 4, 4, son extrémité céphalique. — 5, 5, son extrémité caudale. — 6, 6, capuchon céphalique de l'amnios. — 7, 7, capuchon caudal. — 8, 8, vésicule ombilicale.

prend naissance sur les parties antéro-latérales de l'œsophage par deux bourgeons creux qui produisent successivement les poumons, les bronches et la trachée. A celle-ci vient se surajouter le larynx.

1° Développement des poumons. — Les diverticules qui représentent l'état primitif des poumons se montrent, dans le poulet, vers la fin du troisième jour. Pour les produire, l'œsophage, au niveau des points sur lesquels ils vont se développer, s'aplatit dans le sens transversal et s'allonge d'avant en arrière, en sorte que le contour de sa coupe prend la figure d'une ellipse. Puis les deux parois latérales se rapprochent par leur partie moyenne. Il affecte alors la forme d'un sablier, dont une moitié est en arrière et l'autre moitié en avant; l'œsophage, en d'autres termes, se partage sur ce point en deux conduits qui communiquent entre eux. Un peu plus tard, le conduit antérieur se déprime longitudinalement sur la ligne médiane. A cette dépression correspond du côté de la cavité une saillie en forme de cloison, qui tend à la diviser en deux moitiés latérales; et bientôt en effet le tube œsophagien se trouve divisé en trois gouttières, ou trois tubes incomplets, regardant son axe par la partie qui reste ouverte; le tube postérieur représente l'œsophage; les deux tubes antérieurs représentent les poumons à l'état de simples diverticules.

Mais la saillie médiane s'avancant rapidement jusqu'au tube posté-

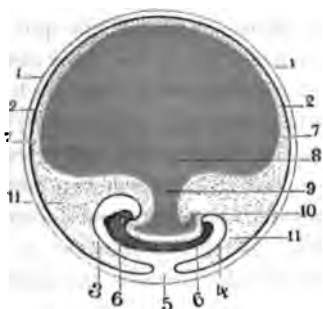


FIG. 242. — Coupe de l'œuf parallèle au grand axe de l'embryon.

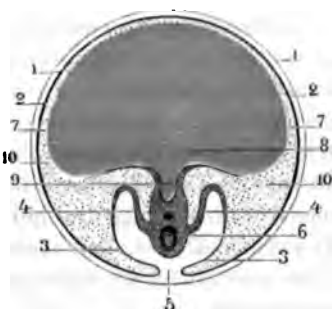


FIG. 243. — Coupe de l'œuf perpendiculaire au grand axe de l'embryon.

FIG. 242. — 1, 1, membrane vitelline. — 2, 2, feuillet externe du blastoderme. — 3, 3, capuchon céphalique de l'amnios. — 4, 4, capuchon caudal de l'amnios. — 5, 5, ombilic amniotique. — 6, 6, embryon. — 7, 7, feuillet interne du blastoderme. — 8, 8, vésicule ombilicale formée par ce feuillet. — 9, 9, pédicule vitello-intestinal. — 10, 10, vésicule allantoïde. — 11, 11, cavité pleuro-péritonéale.

FIG. 243. — 1, 1, membrane vitelline. — 2, 2, feuillet externe du blastoderme. — 3, 3, capuchons latéraux de l'amnios. — 4, 4, origine de ces capuchons. — 5, 5, ombilic amniotique. — 6, 6, moelle épinière au-dessus de laquelle se voit la corde dorsale. — 7, 7, feuillet interne du blastoderme. — 8, 8, vésicule ombilicale. — 9, 9, gouttière intestinale. — 10, 10, cavité pleuro-péritonéale.

rier, les trois cavités cessent de communiquer. L'occlusion s'opère de bas en haut sans s'élever jusqu'à leur extrémité supérieure. d'où il suit que les diverticules pulmonaires restent ouverts dans l'œsophage.

Ces diverticules, en se développant, soulèvent peu à peu la paroi correspondante de la cavité pleuro-péritonéale, dans laquelle ils font une saillie d'autant plus prononcée qu'on les observe à une époque plus éloignée de leur apparition. Leur cavité est tapissée par le feuillet interne, qui se transformera en épithélium cylindrique cilié, et leur périphérie par la lame fibro-intestinale qui se convertira en épithélium pavimenteux. Entre ces deux couches se trouve la lame intestinale, dépendance du feuillet moyen; cette lame, très épaisse, donne naissance à presque toutes les parties constituantes du poumon.

La cavité de chaque diverticule pulmonaire forme les bronches proprement dites. De cette cavité naissent deux prolongements à gauche, trois à droite; dans leurs intervalles, la surface des poumons se déprime et commence à se segmenter. Les branches secondaires, destinées aux lobes, se divisent ensuite et se subdivisent en s'étendant jusqu'aux cellules pulmonaires. En même temps la segmentation s'accuse de plus en plus, et les lobules, séparés par des espaces rectilignes, deviennent plus apparents.

2° *Développement de la trachée.* — Les recherches faites sur le développement de la trachée n'ont pas donné jusqu'ici des résultats satisfaisants. Nous ne possédons sur ce point d'embryologie que des opinions très vaguement formulées. Selon de Baer, les deux cavités pulmonaires primitives se réunissent et s'allongent de bas en haut. D'après Rathke, la trachée existe en même temps que le poumon; elle se présenterait sous la forme d'un cordon, d'abord plein, qui se creuserait ensuite. Pour Reichert, il se produirait au-dessus des rudiments pulmonaires deux languettes qui se réuniraient par leurs bords, comme les lames médullaires. Mais toutes ces opinions et quelques autres que je passe sous silence ne reposent que sur des observations incomplètes et insuffisantes.

3° *Développement du larynx.* — Nos connaissances sur l'évolution du larynx laissent un peu moins à désirer. Cet organe prend naissance au-dessus de la trachée par deux saillies que sépare une fente linéaire. Chez l'homme, selon Kolliker, il commence à être reconnaissable dans le cours de la sixième semaine. Il est alors arrondi et assez proéminent; de chaque côté de son entrée on distingue deux forts bourrelets, premiers rudiments des cartilages aryténoïdes, et en avant de ceux-ci un renflement transversal qui représente l'épiglotte primitive (1). Selon

(1) Kolliker, *Traité d'embryologie*, 1882, p. 995.

le même auteur et d'après His, cette saillie se formerait, comme la langue, de deux moitiés qui se soudent sur la ligne médiane.

Le larynx commence à devenir cartilagineux entre la huitième et la neuvième semaine. On reconnaît alors ses quatre principaux cartilages. Quant aux ventricules et aux cordes vocales, ils sont déjà faciles à distinguer sur des embryons de quatre mois.

c. Développement de la muqueuse vésicale. — La vessie est une dépendance d'une cavité plus étendue, l'allantoïde.

Allantoïde. — Cette vésicule, à minces parois, se prolonge de la partie terminale de l'intestin vers le pédicule qui unit l'embryon au sac vitellin, et de ce pédicule dans le cœlome externe. Elle existe chez tous les animaux qui respirent par des poumons, mais n'existe pas chez ceux qui respirent par des branchies.

Trois opinions ont été émises sur l'origine de l'allantoïde et une quatrième vient de se produire. De Baer, Rathke et Valentin lui assignent pour point de départ l'extrémité terminale de l'intestin. Selon Reichert, elle naît des corps de Wolff. Mais ni l'une ni l'autre de ces opinions ne méritent d'être prises en considération, puisque Coste a démontré que l'allantoïde précède l'intestin ; et, en outre, elle précède aussi les corps de Wolff. Remak admet qu'elle vient des parois de la cavité pelvienne, qu'elle est représentée d'abord par deux bourgeons, à la composition desquels participent le feuillet interne et le feuillet moyen. Très promptement les deux bourgeons se réunissent et un diverticule creux du feuillet interne pénètre dans ce bourgeon impair et médian. Dès lors l'allantoïde existe et se trouverait en communication avec l'intestin.

Cette théorie, approuvée par Kolliker et quelques autres embryologistes, ne repose sur aucun fait bien positif. Elle est au contraire formellement contredite par les recherches concordantes de His, Gasser, Dastre et Mathias Duval, particulièrement par ce dernier observateur. Sur ses préparations, que reproduisent les figures 244 et 245, on peut suivre l'évolution de l'allantoïde pas à pas et dans toutes ses phases successives.

L'allantoïde se montre chez le poulet vers la fin du second jour de l'incubation. Le feuillet externe du blastoderme se déprime alors au niveau de l'extrémité caudale de l'embryon. Le feuillet interne s'enfonce à la manière d'un doigt de gant dans l'épaisseur du feuillet moyen, qui commence sur ce point à se dédoubler, et dans lequel par conséquent on remarque un premier rudiment de la cavité pleuro-péritonéale. A peine cette dépression a-t-elle paru, qu'une autre très superficielle se montre au-dessus ; cette seconde dépression marque le point de terminaison de l'intestin. Entre ces deux dépressions se trouve une saillie, le bourrelet allantoidien.

En même temps que surgit le bourrelet allantoïdien, l'extrémité caudale de l'embryon se recourbe d'arrière en avant, et son incurvation a pour effet d'imprimer à la vésicule allantoïde un mouvement en vertu duquel elle s'élève progressivement, en sorte qu'elle finit par se placer au-dessus de la partie terminale de l'intestin, dont le bourrelet allantoïdien continue toujours à la séparer. Pendant que son orifice s'élève au point de regarder directement en arrière, puis en arrière et en bas, son extrémité arrondie se rapproche de la cavité pleuro-péritonéale, fait saillie sur ses parois, puis s'engage de plus en plus dans cette cavité et finit par l'envahir complètement.

Telle est la véritable origine de l'allantoïde. Les recherches très précises de M. Mathias Duval ne laissent aucun doute sur cette première phase de son développement.

Tandis que la vésicule allantoïde poursuit son évolution, l'intestin, jusqu'alors simple gouttière, se complète; le bourrelet allantoïdien

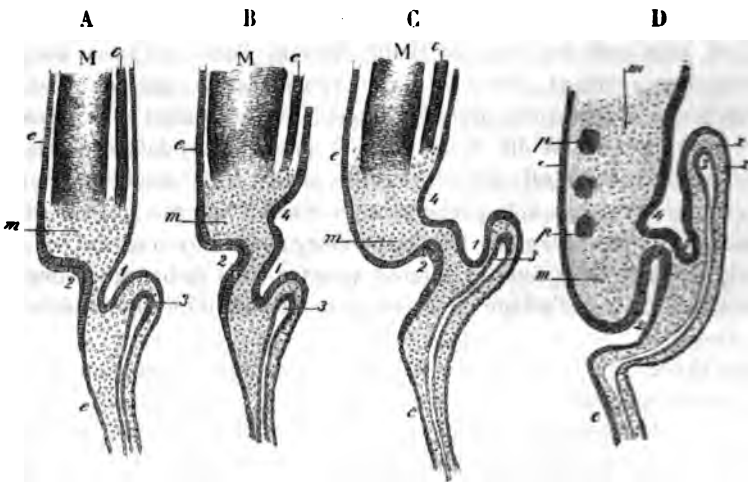


FIG. 244. — Origine et premières phases du développement de l'allantoïde. (Préparation et dessin de M. Mathias Duval.)

A. — 1, dépression du feuillet interne représentant l'état primitif de la vésicule allantoïde. — 2, dépression sous-caudale. — 3, cavité pleuro-péritonéale. — e, e, feuillet externe. — M, moelle épinière. — m, feuillet moyen. — c, corde dorsale.

B. — 1, dépression allantoïdienne. — 2, dépression sous-caudale. — 3, cavité pleuro-péritonéale. — 4, cul-de-sac représentant l'extrémité terminale de l'intestin. Au-dessous se voit un tubercule qui le sépare de la dépression allantoïdienne.

C. — 1, dépression allantoïdienne qui n'est plus oblique, mais verticale et plus rapprochée de la cavité pleuro-péritonéale. Les autres chiffres et lettres présentent la même signification que dans la figure A.

D. — 1, allantoïde obliquement dirigée en bas et en avant. — 2, dépression sous-caudale, très profonde et déjà très rapprochée de la partie terminale de l'intestin.

s'efface et l'allantoïde s'ouvre sur la paroi antérieure de la partie terminale de l'intestin. Dans une période plus avancée, elle traverse l'ombilic qui la partage en deux parties : l'une intra-embryonnaire, l'autre extra-embryonnaire ; celle-ci devient une dépendance des annexes du fœtus.

La partie intra-embryonnaire répond à la paroi antérieure de l'abdomen et s'étend de l'anneau ombilical à l'extrémité caudale du tronc. Elle revêt la forme d'un canal qui se renfle au niveau de l'intestin. Sa moitié supérieure ou cylindrique, appelée *ouraque*, est d'abord creuse ; mais elle s'oblitère vers le milieu de la vie intra-utérine et représente alors un simple cordon. Sa moitié inférieure ou renflée constitue la vessie ; au début, ce renflement est d'abord fusiforme et longitudinalement dirigé comme l'ouraque. La vessie s'ouvre par son extrémité inférieure dans la partie correspondante de l'intestin.

Dans cette même partie terminale viennent aussi s'ouvrir les deux

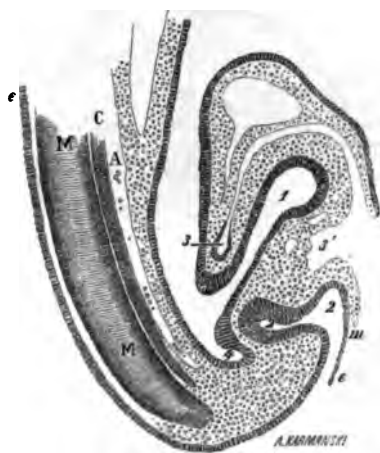
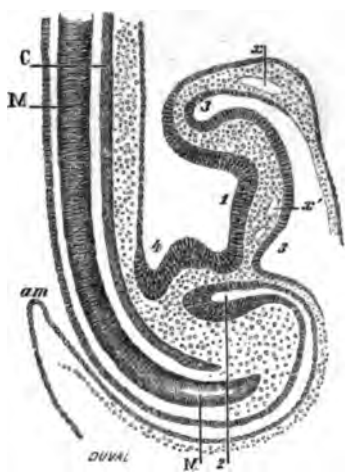


FIG. 245. — Allantoïde qui, après avoir décrit un demi-cercle, s'ouvre par un large orifice au-devant de l'intestin. (Dessin de M. Mathias Duval.)

FIG. 246. — Allantoïde obliquement ascendante et plus allongée, s'ouvrant dans l'intestin par un orifice beaucoup plus étroit.

FIG. 245. — 1, dépression allantoïdienne. — 2, dépression sous-caudale, tapissée par une épaisse couche d'épithélium ; elle se dirige vers l'intestin, revêtu d'une couche épithéliale de même épaisseur. — 3, 3, cavité pleuro-péritonéale dans laquelle l'allantoïde commence à faire saillie. — 4, partie terminale de l'intestin.

FIG. 246. — 1, allantoïde piriforme, très longue, faisant saillie par sa partie supérieure dans le cœlome externe, se rétrécissant dans le reste de son étendue. — 2, 2, dépression sous-caudale, très rapprochée du tubercule allantoïdien, que recouvre aussi une épaisse couche d'épithélium. — 3, 3, cavité pleuro-péritonéale. — 4, partie terminale de l'intestin.

uretères, les canaux de Wolff et les canaux de Muller, d'où le nom de cloaque qui lui a été donné.

De l'étude qui précède il résulte que la muqueuse vésicale est bien incontestablement une dépendance du feuillet interne ou endoderme.

B. — Développement des muqueuses qui naissent de l'ectoderme.

Du feuillet externe naissent trois muqueuses : la muqueuse buccale, la muqueuse nasale et la muqueuse uréthrale chez l'homme.

Les deux premières, arrivées au terme de leur évolution, se séparent. Mais, au début de cette évolution et pendant la plus grande partie de sa durée, elles se continuent si largement qu'elles doivent être réunies dans la même étude.



FIG. 247. — Fentes pharyngiennes, arcs viscéraux du poulet.



FIG. 248. — Bourgeon frontal, bourgeons maxillaires supérieurs et inférieurs.

FIG. 247. — 1, vésicule cérébrale antérieure. — 2, partie postérieure de cette vésicule constituée par le ventricule moyen et les couches optiques. — 3, vésicule cérébrale moyenne. — 4, crâne membraneux. — 5, œil. — 6, fente choroïdienne. — 7, oreille. — 8, arc facial. — 9, première fente pharyngienne. — 10, bourgeons maxillaires supérieurs. — 11, premier arc pharyngien. — 12, second arc pharyngien. — 13, troisième arc pharyngien.

FIG. 248. — 1, vésicule cérébrale antérieure. — 2, bourgeon frontal. — 3, partie médiane de ce bourgeon. — 4, bouche. — 5, les deux bourgeons maxillaires inférieurs, déjà soudés sur la ligne médiane. — 6, fossette olfactive. — 7, sillon lacrymo-nasal, limité en bas par le bourgeon maxillaire supérieur et en haut par le bourgeon nasal externe. — 8, bord libre de la partie médiane du bourgeon frontal, qui se creusera bientôt d'une échancrure, et dont les parties latérales prendront alors le nom de bourgeons nasaux internes. — 9, œil. — 10, fente choroïdienne. — 11, 11, partie externe de la première fente pharyngienne qui se prolonge fortement en arrière et qui persiste pour former le conduit auditif externe, la caisse du tympan et la trompe d'Eustache. — 12, premier arc pharyngien. — 13, second arc pharyngien. — 14, troisième arc pharyngien.

a. Muqueuses buccale et nasale. — La bouche se présente d'abord sous l'aspect d'une simple dépression transversale, que limitent en haut la base du crâne et en bas l'arc branchial antérieur ou facial. Mais bientôt toutes les parties ambiantes se développent, et, chacune contribuant à former ses parois, elle prend une forme de mieux en mieux caractérisée. Elle emprunte surtout ses parties constitutives au bourgeon frontal et à l'arc facial.

Le bourgeon frontal, très large à son apparition, descend entre les yeux, jusqu'au niveau de leur diamètre transversal; son bord inférieur comprend alors trois parties : une médiane et deux latérales. Celles-ci, appelées *bourgeons nasaux externes*, sont séparées de la partie



FIG. 249. — Bouche d'un embryon de trente-cinq jours.

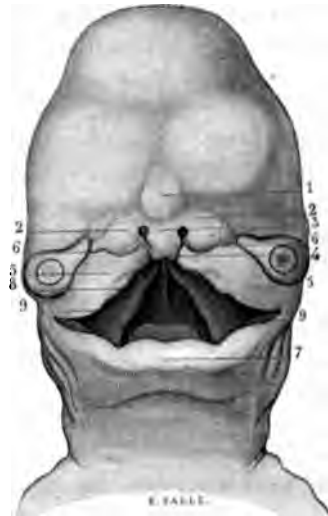


FIG. 250. — Bouche d'un embryon de quarante jours.

FIG. 249. — 1, bourgeon médian fortement échancré à sa partie inférieure. — 2, 2, bourgeons incisifs produits par cette échancrure. — 3, 3, narines. — 4, lèvre et mâchoire inférieures, formées par la réunion des bourgeons maxillaires inférieurs. — 5, 5, bourgeons maxillaires supérieurs, contigus aux bourgeons incisifs. — 6, bouche, confondue encore avec les fosses nasales. — 7, vestige de la cloison des fosses nasales. — 8, 8, vestige des deux moitiés de la voûte palatine. — 9, langue. — 10, 10, yeux. — 11, 12, 13, arcs viscéraux.

FIG. 250. — 1, premier vestige du nez. — 2, 2, premier vestige des ailes du nez. — 3, vestige de la sous-cloison. — 4, partie moyenne ou médiane de la lèvre supérieure, constituée par le rapprochement et la fusion des deux bourgeons incisifs; une petite échancrure médiane indique encore la séparation primitive de ces deux bourgeons. — 5, 5, bourgeons maxillaires supérieurs formant les parties latérales de la lèvre supérieure. — 6, 6, sillon aux dépens duquel se développeront le sac lacrymal et le canal nasal. — 7, lèvre inférieure. — 8, bouche. — 9, 9, les deux moitiés latérales de la voûte palatine, déjà très rapprochées en avant.

médiane par une fossette, la *fossette olfactive*, et plus bas par un sillon vertical qui part de cette fossette, le *sillon nasal*.

Dans cette seconde phase de son développement la bouche est limitée en avant par deux bords à peu près égaux; en arrière et en bas, elle est séparée de la cavité du pharynx par une cloison qui s'amincit dans sa partie centrale et qui bientôt entre en communication avec cette cavité, en sorte qu'elle présente alors deux orifices : un antérieur, très large et transversal, l'autre postérieur circulaire. En haut et en arrière, elle a pour limite la base du crâne.

L'arc facial, transversalement dirigé, est d'abord séparé de celui du côté opposé; mais en s'allongeant il se soude rapidement à celui-ci. Dans son épaisseur se forme le maxillaire inférieur, renforcé sur sa face interne par le cartilage de Michel, lequel en s'étendant jusqu'à la caisse du tympan produit le marteau et l'enclume. Sa partie antérieure donne naissance à la lèvre inférieure, composée, comme l'os sous-jacent, de deux moitiés; celles-ci se soudent aussi et avec plus de rapidité encore. De sa partie antéro-inférieure s'élèvent deux saillies qui s'unissent également sur la ligne médiane et qui constituent la langue. Le sillon qu'on observe sur sa face dorsale est le vestige de leur indépendance primitive.

Avant que les deux arcs branchiaux se soudent sur le plan médian, on voit surgir de leur partie postérieure un bourgeon d'abord à peine visible et comme perdu aux extrémités de la fente transversale qui forme l'orifice buccal. Ces bourgeons vont donner naissance à presque toute la mâchoire supérieure, d'où le nom de *bourgeons maxillaires supérieurs* qui leur a été donné par opposition à la partie primitive de l'arc appelée *bourgeon maxillaire inférieur*.

Après l'apparition des bourgeons maxillaires supérieurs, l'orifice buccal est donc limité : en bas, par les bourgeons maxillaires inférieurs; à droite et à gauche, par les bourgeons maxillaires supérieurs; en haut, par les bourgeons nasaux externes et par la partie médiane du bourgeon frontal.

Cette partie médiane commence alors à subir une modification importante : elle prend la forme d'une échancrure, en sorte que ses extrémités se prolongent en saillie; ces saillies ont reçu de Coste le nom de *bourgeons incisifs*; on les appelle aussi *bourgeons nasaux internes*.

Les bourgeons maxillaires supérieurs, situés à leur naissance au-dessous des globes oculaires, se portent en haut, en dedans et en avant, puis viennent s'appliquer de chaque côté au bourgeon nasal externe et n'en restent séparés que par un sillon, le *sillon lacrymal*, premier rudiment de la gouttière lacrymale et du canal nasal.

Parvenu au-dessous du bourgeon nasal externe, le bourgeon maxil-

laire supérieur ne peut plus monter, mais il continue à se porter transversalement en dedans et arrive ainsi jusqu'au sillon nasal qu'il limite en bas et en dehors, le bourgeon nasal externe continuant à le limiter en haut.

A un stade plus avancé, ce bourgeon passe au-devant du sillon nasal qui va s'ouvrir dans la bouche et se trouve alors en contact avec le bourgeon incisif. Son accroissement continuant, il repousse ce bourgeon en dedans. Ainsi refoulés vers le plan médian, les deux bourgeons incisifs se rapprochent, se juxtaposent, puis se soudent de bas en haut. Avant leur soudure, la lèvre supérieure était formée de quatre parties; après cette soudure, elle n'en comprend plus que trois : une médiane et deux latérales. A la partie médiane se trouvent annexés les deux os incisifs ou inter-maxillaires, suspendus à la cloison des fosses nasales; ces deux os sont alors très fortement inclinés en avant, et ils projettent dans le même sens toute la partie correspondante de la lèvre.

Si les deux bourgeons incisifs ne se soudent pas, il en résulte un bec-de-lièvre médian; si, après s'être soudés l'un à l'autre, ils ne se soudent pas au bourgeon maxillaire supérieur, il se produira un bec-de-lièvre double ou unilatéral.

Les bourgeons maxillaires supérieurs, en se soudant aux bourgeons incisifs, donnent naissance non seulement aux parties latérales de la lèvre supérieure, mais encore au maxillaire supérieur et à l'os malaire. De la partie interne et inférieure du premier part une lame horizontale qui vient s'unir, en avant aux os inter-maxillaires, et en arrière à celle du côté opposé. La cavité buccale se trouve dès lors partagée en deux étages, l'un supérieur qui représente les fosses nasales, l'autre inférieur qui forme la cavité buccale proprement dite. A cette cloison horizontale s'ajoute une cloison verticale qui sépare les fosses nasales l'une de l'autre. Cette cloison, émanée du bourgeon frontal, est constituée par la lame perpendiculaire de l'ethmoïde, le vomer et le cartilage triangulaire.

Considérées dans leur conformation intérieure, la bouche et les fosses sont caractérisées, au début de leur évolution, par l'énorme prédominance de leurs dimensions transversales sur les dimensions verticales et antéro-postérieures. Cette prédominance a pour effet de rejeter en dehors les yeux et les orbites, alors très volumineux; les yeux entraînent dans le même sens le sillon lacrymal qui offre alors une direction horizontale. Plus tard, les dimensions antéro-postérieures s'accroissent, par suite de la projection en avant de la partie médiane du bourgeon frontal, qui en même temps se rétrécit dans le sens transversal. Les dimensions verticales s'allongent à mesure que les bourgeons maxillaires supérieurs se développent; les yeux et les cavités orbitaires s'élèvent, se rapprochent, et les sillons tendent de plus en plus à prendre

la direction verticale. Toutes ces modifications successives coïncident avec celles qui se produisent du côté de l'encéphale.

Des faits qui viennent d'être exposés, il suit que les muqueuses buccale et nasale naissent de l'ectoderme, qu'elles se développent simultanément, qu'elles se continuent d'abord, et qu'elles se séparent au moment où la cavité commune, qu'elles contribuaient à former, se cloisonne dans le sens transversal.

b. Muqueuse uréthrale de l'homme. — A l'époque où le cloaque n'est pas encore cloisonné et où son orifice est unique par conséquent, on voit se produire sur la ligne médiane, aux dépens des cellules du feuillet moyen, un tubercule, et de chaque côté de celui-ci un repli demi-circulaire. Un peu plus tard, le tubercule médian augmente de volume et se creuse inférieurement d'un sillon qui se prolonge jusqu'à l'entrée du sinus uro-génital. Tel est le mode de conformation qu'on observe chez tous les embryons dans cette première période. Jusque-là rien ne révèle le sexe.

Pour les organes génitaux externes, comme pour les internes, il y a donc aussi une phase initiale, caractérisée par l'indifférence sexuelle.

Dans la période suivante, le sexe s'accuse, non par la production d'organes nouveaux, mais par une simple modification des organes primitifs qui s'accroissent peu et conservent chez la femme, pendant toute la durée de la vie, la forme qu'ils avaient au début; qui se développent beaucoup plus chez l'homme, et se présentent sous un aspect bien différent après leur complète évolution.

Dans le sexe féminin, le tubercule médian constitue le clitoris; la gouttière située à sa partie inférieure représente le vestibule; l'orifice uro-génital, au-devant duquel cette gouttière vient se terminer, forme l'entrée du vagin: des bords de la gouttière naissent les petites lèvres, et des replis que sépare le tubercule médian, les grandes lèvres.

Dans le sexe masculin, le tubercule médian, beaucoup plus volumineux, constitue le pénis, composé, comme le clitoris, de deux corps caverneux soudés l'un à l'autre. La gouttière de sa face inférieure se continue avec le sinus uro-génital; mais elle ne persiste pas; elle se transforme en canal par le rapprochement et la soudure de ses bords: ce canal, dont les parois se continuaient d'abord avec l'ectoderme comme celles du vestibule, et qui se continue encore avec ce feuillet par le méat urinaire, représente la portion spongieuse de l'urèthre. Son extrémité terminale, en se renflant, produit le gland. Si la soudure n'a pas lieu, il en résulte un vice de conformation, l'*hypospadias*, qui peut être partiel ou total.

Les replis demi-circulaires qui restent indépendants chez la femme,

s'unissent chez l'homme, pour former le scrotum. De cette soudure et de celle des lèvres uréthrales résulte le raphé, qui s'étend sur toute la longueur du pénis, du scrotum et jusque sur le périnée.

C. — Muqueuses qui naissent du mésoderme.

Du mésoderme naissent les muqueuses génitales internes et les muqueuses urétériques.

Elles ont pour origine le canal et le corps de Wolff chez l'homme, le canal de Muller chez la femme.

Ces canaux s'abouchent au début de leur formation dans le cloaque, qui subit comme ceux-ci d'importantes modifications en passant de la première à la seconde période de son évolution.

Nous avons donc à étudier : 1° les canaux et les corps de Wolff ; 2° les canaux de Muller ; 3° le cloaque.

a. Canal et corps de Wolff. — 1° Canal de Wolff. — Sur les coupes transversales de l'embryon, on remarque, dès le second mois de l'incubation, immédiatement au-devant de l'ectoderme, en dehors des protovertèbres, un petit groupe longitudinal de cellules : c'est le rudiment du canal de Wolff. Ce canal se présente alors sous l'aspect d'un cordon plein qui s'étend de la cinquième protovertèbre jusqu'à l'extrémité caudale de l'embryon. Au moment de son apparition, il se compose de cellules mésodermiques ordinaires. Mais dès la fin du second jour ces cellules se sont un peu allongées ; elles prennent peu à peu la forme cylindrique et affectent alors une disposition rayonnée qui laisse entrevoir la présence d'un canal central. Celui-ci se complète et s'élargit. Il est fermé supérieurement ; son extrémité inférieure s'ouvre dans le cloaque.

Dans le courant du troisième jour le canal de Wolff se déplace ; il s'éloigne de l'ectoderme et se rapproche de la lame germinative. A la fin du troisième jour, on le voit s'en rapprocher plus encore. Il représente l'uretère primitif.

2° Corps de Wolff. — Ces corps commencent à se former vers la fin du troisième jour, ou au début du quatrième ; ils offrent la même longueur que les canaux de Wolff, situés à leur côté externe.

Les corps de Wolff sont d'abord formés de simples cellules mésodermiques, mais presque aussitôt leur structure se complique et devient analogue à celle des reins, dont ils remplissent les usages pendant la première période de la vie embryonnaire, d'où le nom de *faux reins*, *reins primordiaux*, sous lesquels on les a aussi désignés.

Chacun de ces corps, lorsqu'il atteint son complet développement, est formé d'un grand nombre de tubes flexueux et contournés, s'étendant

de dedans en dehors vers le canal de Wolff, dans lequel ils s'ouvrent en série régulière de haut en bas; ces tubes contournés ont pour origine un glomérule, constitué sur le même type que les glomérules du rein. D'abord très courts, ils s'allongent en augmentant de volume.

Les corps de Wolff n'ont qu'une existence temporaire, chez le poulet et la plupart des vertébrés; ils s'atrophient lorsque les reins définitifs se développent, et disparaissent longtemps avant la naissance chez les mammifères.

3° *Uretères définitifs*. — Les reins permanents n'apparaissent qu'à la fin du quatrième jour ou au commencement du cinquième; et de même que pour les reins temporaires, c'est leur conduit excréteur qui se montre le premier, de même aussi pour ces organes, ce sont les uretères définitifs qui les précèdent. Le canal de Wolff, en s'ouvrant sur les parties latérales du cloaque, se dilate; de cette ampoule naît un diverticule qui monte verticalement dans la masse cellulaire intermédiaire. Ce diverticule est le premier rudiment de l'uretère; il occupe une situation postérieure à celle du rein primitif.

Son extrémité supérieure, après avoir atteint la région lombaire, devient le point de départ de canaux secondaires, perpendiculaires au conduit principal, et se dirigeant de dedans en dehors; ce sont les canalicules urinifères, d'abord larges et peu nombreux, mais qui se multiplient avec rapidité, en se divisant dichotomiquement. En même temps se développent aussi un grand nombre de vaisseaux sanguins qui entourent les canalicules.

Le mode de développement des glomérules du rein est encore peu connu. D'après Tood, les conduits urinifères, composés de simples cellules, se déprimeraient à leur extrémité terminale et prendraient la forme d'une cupule, dans laquelle viendrait se loger une anse vasculaire. A mesure que le glomérule se développe, la cupule descend sur l'anse et finit par l'envelopper complètement; elle coiffe alors le peloton vasculaire à la manière d'un bonnet de coton. La couche interne répond aux vaisseaux; la couche externe, séparée de celle-ci par une cavité virtuelle, se continue avec les parois des canalicules.

Après l'évolution des reins, les uretères définitifs deviennent indépendants. Ils se séparent des canaux de Wolff et s'ouvrent dans le cloaque par un orifice qui leur est propre.

b. Lambe germinative. Canal de Muller. — 1° *Lambe germinative*. — Les parois de la cavité pleuro-péritonéale sont recouvertes par un épithélium pavimenteux. Mais au niveau de l'angle de séparation des somatopleure et splanchnopleure, cet épithélium se compose de cellules cylindriques. La surface que tapissent ces cellules est d'abord très étroite, l'angle de séparation étant aigu et celles-ci s'étendant à peine

au delà de ses limites. Lorsque les organes de l'appareil génital commencent à se développer, les corps de Wolff et toute la masse cellulaire intermédiaire s'accroissent de telle sorte que ces corps forment une saillie longitudinale très prononcée; la lame germinative soulevée devient aussi plus large et plus épaisse. Les cellules se disposent au niveau des points les plus saillants en plusieurs couches. A mesure qu'elles s'étalent de chaque côté, elles ne forment plus qu'un plan et se continuent ainsi progressivement avec les cellules de l'épithélium pavimenteux.

2° Conduit de Muller. — Ce conduit, dont le mode de développement a été très bien étudié par Waldeyer, se forme par invagination de l'épithélium germinatif. Sur la partie antéro-externe de la saillie longitudinale que recouvre cet épithélium, on voit se produire un sillon, dirigé aussi de haut en bas, et qui, d'abord très superficiel, s'accuse de plus en plus, de manière à représenter une gouttière demi-circulaire. Un peu plus tard, les bords de la gouttière se soulèvent, se portent à la rencontre l'un de l'autre, puis finissent par se souder sur toute leur longueur, à peu près comme les bords de la gouttière médullaire.

A l'extrémité inférieure de l'embryon où l'épithélium germinatif défaut, la gouttière qui représente l'état primitif du canal se prolonge sous la forme d'un cordon plein. Mais celui-ci se creuse bientôt d'une cavité qui chemine dans l'épaisseur du mésoderme, et qui vient s'ouvrir dans la partie terminale du canal de Wolff. Plus tard le conduit de Muller s'en sépare complètement; son orifice inférieur est situé alors au-dessus de celui du canal de Wolff.

L'extrémité supérieure du canal de Muller affecte une disposition infundibuliforme, et reste ouverte, en sorte qu'elle établit une communication permanente entre le canal et la cavité pleuro-péritonéale.

Le conduit de Muller représente l'oviducte et son orifice supérieur, le pavillon de la trompe.

3° Organes génitaux internes. — L'ovaire et le testicule se développent aux dépens d'un renflement situé à la partie interne du corps de Wolff, du côté de la sphanchnopleure. Ce renflement, appelé éminence sexuelle, provient d'un épaissement graduel de la partie correspondante de la lame germinative et du mésoderme sous-jacent. Il est fusiforme. Les cellules de l'épithélium sont disposées sur plusieurs plans; quelques-unes se distinguent par leurs dimensions plus grandes et par leur noyau à la fois considérable et plus réfringent; elles représentent les *ovules primitifs*, qui existent durant cette première période chez l'embryon mâle, comme chez l'embryon femelle. C'est l'époque de l'indifférence sexuelle. Les attributs propres à chacun d'eux ne se montrent qu'à la fin du quatrième mois.

Ovaire. — Chez l'embryon femelle, l'épithélium devient plus épais et

plus proéminent. Les ovules primitifs continuent de croître en volume et en nombre. Les cellules du mésoderme, alors allongées et fusiformes, sont le siège d'un semblable phénomène de prolifération ; elles forment la trame conjonctive et tous les autres éléments de l'ovaire. Sous l'influence du travail qui préside à leur transformation et à l'accroissement des ovules, ceux-ci s'entourent d'une vésicule ovarienne. Le noyau des cellules ovulaires forme la vésicule germinative. En continuant de se multiplier avec la même abondance, ces cellules ou ovules primitifs constituent la couche ovigène. Beaucoup plus tard et aux dépens du mésoderme, se développe le corps spongieux de l'ovaire ; ce corps spongieux, à peine apparent à la naissance, n'augmente que très lentement de volume ; il ne commence à prendre des proportions de plus en plus prédominantes qu'à l'époque de la puberté.

Dès qu'ils ont pris naissance, les ovules se disposent en séries, entourées chacune d'un tube, lequel s'étrangle bientôt au niveau des intervalles qui les séparent ; ces étranglements se prononçant ensuite de plus en plus, les ovules deviennent indépendants.

Testicule. — Chez l'embryon mâle, l'épithélium germinatif et le mésoderme sous-jacent s'arrêtent, dans leur développement. Les ovules primitifs ne se multiplient pas. Leur volume cesse aussi de croître, puis ils s'atrophient et l'éminence sexuelle finit par disparaître.

Les testicules se forment exclusivement aux dépens du mésoderme. Ils se trouvent très rapprochés du corps de Wolff, et leur situation par conséquent diffère de celle des ovaires qui est plus superficielle ; c'est du septième au huitième jour qu'a lieu leur apparition chez le poulet. Elle est annoncée par une modification du mésoderme, dont certaines cellules s'allongent en fuseau, tandis que les autres restent sphériques. Ces dernières se disposent en un certain nombre de groupes, que les cellules fusiformes séparent les uns des autres à la manière de cloisons. Puis les groupes et les cloisons s'étendent en se contournant ; ce sont les premiers rudiments des conduits séminifères, qui représentent alors des cordons pleins. Plus tard les cellules sphériques se transforment en épithélium et circonscrivent ainsi une cavité centrale ; en même temps les fibres fusiformes forment une gaine qui complète les conduits. Ceux-ci se prolongent ensuite en se contournant de plus en plus, de telle sorte que le volume de la glande s'accroît progressivement.

Les cellules du mésoderme sont donc l'unique origine des conduits séminifères, ou du testicule proprement dit.

Mais d'où vient l'épididyme ? Cet organe tire son origine du rein primitif, qui prend une part importante à la constitution de l'appareil génital mâle, ainsi que l'ont démontré les recherches très concluantes de Rathke d'abord, et ensuite celles de Mechel, Waldeyer, Leydig.

Gotte, Balfour, Kolliker. Il résulte de l'ensemble des faits observés que le rein primitif est le point de départ des cônes qui forment la tête de l'épididyme. Le nombre des canaux qui s'étendent du rein primitif à l'épididyme est du reste très variable; et nous savons d'ailleurs que le nombre des cônes vasculaires chez l'adulte est très variable aussi selon les individus.

Les autres parties de l'épididyme et le canal déférent naissent de la partie inférieure du corps et du canal de Wolff, qui s'élargit pour leur donner naissance.

Pendant que l'ovaire et le testicule se développent, le canal de Muller et le canal de Wolff poursuivent leur évolution.

Chez l'embryon femelle, le canal de Muller persiste et représente, ainsi que nous l'avons vu, l'oviducte. Son extrémité supérieure s'évase pour former le pavillon; et l'une des franges de la circonférence vient se continuer avec l'ovaire. Son extrémité inférieure se prolonge jusqu'à l'extrémité caudale du tronc; en s'adossant à celle du côté opposé, elle se dilate, pour constituer supérieurement la matrice et inférieurement le vagin, lesquels ainsi adossés représentent une cavité cloisonnée. Cette cloison disparaît plus tard de bas en haut. Le corps de Wolff s'atrophie; mais il en reste toujours quelques traces qui forment le corps de Rosen-Muller, situé dans l'aileron de la trompe.

Chez l'embryon mâle, les conduits de Muller s'effacent; ils laissent seulement un vestige de leur extrémité inférieure, qui prend le nom d'*utricule* prostatique. Les canaux de Wolff persistent et prennent le nom de canaux déférents. Leur extrémité supérieure, en se prolongeant et se contournant, constitue l'épididyme, qui s'unit au testicule situé sur le côté interne du corps de Wolff. Plus tard, les testicules descendent et pendant leur migration les corps de Wolff s'atrophient. Après la complète évolution des glandes séminales, on n'en trouve plus qu'une faible trace au-dessous de l'épididyme: c'est le corps innominé comparé avec raison au corps de Rosen-Muller.

c. Cloaque. — La partie terminale et un peu dilatée de l'intestin, ou le cloaque, n'offre pas une forme régulièrement arrondie. A droite et à gauche ses parois se dilatent en ampoule; c'est à ces renflements qu'on a donné le nom de *lamés latérales*; elles reçoivent l'embouchure des canaux de Wolff ou déférents et des canaux de Muller ou oviductes. Au moment où ils se forment, la paroi postérieure du cloaque se soulève légèrement de chaque côté et prend l'aspect d'une gouttière à concavité antérieure, gouttière très peu accusée, mais qui représente cependant le rectum à l'état d'ébauche.

Jusqu'alors l'extrémité inférieure du cloaque est fermée. Elle répond au sommet de la dépression sous-caudale. Vers le troisième jour, chez

le poulet, commence au niveau de ce sommet un travail de résorption qui porte uniquement sur le feuillet moyen, et qui le fait disparaître en totalité, de telle sorte que les feuillets externe et interne se trouvent en contact immédiat; puis les cellules centrales des deux feuillets contigus sont résorbées aussi et les deux épithéliums se continuent en délimitant un orifice qui répond au tubercule allantoïdien.

Ainsi se produit l'orifice anal, au quatrième jour; d'abord mal limité, son diamètre s'accroît progressivement jusqu'au moment où une cloison transversale viendra le diviser en deux moitiés, l'une postérieure, un peu plus grande, qui conserve le nom d'anus, l'autre antérieure, appelée orifice *uro-génital*.

Lorsque l'anus existe, le cloaque subit chez les mammifères d'autres modifications importantes, qui ont pour résultat la formation d'une cloison transversale. Cette cloison se compose de deux parois adossées, l'une rectale, l'autre allantoïdienne. La cloison rectale provient des bords de la gouttière qui représente le rectum à son début, lesquels, en se portant l'un vers l'autre pour le compléter, divisent l'anus en deux moitiés; la partie inférieure de la cloison forme le périnée. La cloison allantoïdienne a pour origine un prolongement tubuliforme de l'allantoïde, qui s'étend jusqu'au périnée et qui porte le nom de *sinus uro-génital*. Ce prolongement constitue tout l'uretère chez l'embryon femelle, et seulement ses portions prostatique et membraneuse chez le mâle.

Que deviennent pendant le cloisonnement du cloaque les canaux de Muller ou oviductes, et les canaux de Wolff ou déférents? Les deux cônes dans lesquels ils s'ouvraient se portent en avant par suite de l'involution du rectum. Situés alors au-dessus de l'orifice de l'allantoïde, ces deux canaux sont entraînés par le prolongement de celle-ci jusqu'au périnée; ils passent par conséquent entre la cloison rectale et la cloison allantoïdienne.

Chez la femme, les canaux de Muller, en se prolongeant, forment l'utérus et le vagin, d'abord cloisonnés, puis ramenés à une cavité unique par la résorption progressive de la cloison résultant de leur adossement; les canaux de Wolff, déjà atrophiés, disparaissent.

Chez l'homme, ceux-ci se prolongent aussi, mais un peu moins; ils donnent chacun un diverticule, les vésicules séminales; puis, sous le nom de canaux éjaculateurs, viennent s'ouvrir sur la paroi inférieure de la portion prostatique de l'urèthre, à droite et à gauche de la vésicule prostatique, dernier vestige des canaux de Muller.

SYSTÈME GLANDULAIRE

Tel qu'il se présente aujourd'hui à nos yeux, le système glandulaire est un arbre qui appelle notre attention par son port, par sa haute cime, par sa grande envergure, mais qui afflige nos regards par le grand nombre de plantes parasites dont il est chargé, plantes qui ont pris sur ses branches de profondes racines, et dont quelques-unes même ont une durée déjà plusieurs fois séculaire.

A l'aspect de ces plantes qui vivent à ses dépens et qui nous en dérobent la claire vision, quel est notre premier devoir? Les abattre en les frappant dans leurs racines, afin de restituer une pleine vitalité à toutes les parties malades de son tronc.

Cette mission, digne de l'approbation de tous les esprits qui pensent que la science ne se résume pas tout entière dans l'énoncé brutal des faits, mais qu'elle vit aussi d'un sage rationalisme, a tenté sans doute déjà bien des observateurs. Mais il fallait remuer des cendres respectables; il fallait se heurter à des opinions universellement acceptées; il fallait affronter toutes les fureurs déchaînées de la tradition; effrayés des conséquences d'une telle réforme, ils ont laissé cette tâche à de plus téméraires.

Sans trop redouter les objections de toute nature qui me seront adressées, je vais l'entreprendre avec dévouement, regrettant qu'un autre plus jeune, plus fort et mieux armé pour la lutte ne m'ait pas précédé dans cette voie, regrettant surtout que Bichat, si bien doué pour écrire l'histoire des systèmes, n'ait pas illuminé celui-ci de tous les rayons de sa belle intelligence; car déjà au début du siècle il avait entrevu la nécessité d'en élaguer tout ce qui lui est étranger. Mais les parasites qui le dévorent aujourd'hui étaient plus rares alors. Et puis il lui fallait des faits et ces faits lui manquaient; il lui fallait surtout une base, l'histologie et cette base lui faisait défaut.

L'anatomie générale en effet n'a-t-elle pas pour mission essentielle de rapprocher les parties similaires et de séparer celles qui diffèrent? Si tel est bien incontestablement le but qu'elle se propose, pouvons-nous laisser s'implanter sur la même tige tant de plantes, qui n'ont rien de

commun avec la plante principale? Pouvons-nous accepter et perpétuer indéfiniment un abus toujours grandissant, qui représente le type le plus complet de la confusion? Le moment n'est-il pas venu pour chacun de nous de procéder à un émondage devenu si nécessaire pour le progrès de la science?

Toute étude vraiment scientifique des glandes a donc aujourd'hui pour condition préalable d'élaguer de leur histoire les notions hétérogènes qui s'y trouvent mêlées.

Pour procéder à ce travail de sélection, il convient de diviser toutes les glandes connues en deux principaux ordres : les fausses glandes que nous allons éliminer, et les vraies glandes qui seules méritent de prendre rang dans le système glanduleux.

CHAPITRE PREMIER

DES FAUSSES GLANDES

Les fausses glandes, extrêmement nombreuses, forment deux groupes très différents : 1° celles qui n'ont rien de commun avec les glandes et qui ont été incorporées dans le système glanduleux, parce qu'on ne savait à quel autre système les rattacher ; 2° celles qui ont pour principale attribution d'élaborer des globules blancs et qui doivent être considérées comme des annexes du système lymphatique.

De ces deux classes de fausses glandes, les premières diffèrent toutes les unes des autres. Les secondes, au contraire, se relient entre elles par la communauté de leur destination. Bien distinctes par conséquent elles ne sauraient être confondues dans la même étude.

§ 1^{er}. — DES FAUSSES GLANDES QUI DIFFÈRENT DES GLANDES AUTANT QU'ELLES DIFFÈRENT LES UNES DES AUTRES.

La liste de ces fausses glandes est assez longue. Je ne les énumérerai pas toutes ; car la science depuis longtemps déjà a fait justice de quelques-unes d'entre elles : telles sont les glandes de Clopton-Havers, et les glandes en saillie de Lachauchie, etc. Je mentionnerai seulement les glandes de Pacchioni, la glande pinéale, les poumons, les glandes de Tyson et les vésicules adipeuses, sur lesquelles je serai très bref. du reste, les considérations qui s'y rattachent n'offrant qu'un très médiocre intérêt.

a. Les **glandes de Pacchioni** ont été signalées par cet anatomiste en 1706. Il s'est mépris sur leur nature, sur leur siège et sur la haute destination qu'il leur attribue. Mais on ne peut lui contester le mérite d'avoir le premier signalé leur existence. Depuis près de deux siècles, on discute sur l'opinion qu'il a cru pouvoir émettre, sans chercher à la justifier, se contentant, comme on le faisait alors, de hautes considérations sans portée réelle, et procédant du reste par voie de simple affirmation. Combien de vues différentes ont été énoncées après lui sur ces prétendues glandes ! Et quel est le résultat définitif de tant de recherches, dont quelques-unes cependant se recommandent par un réel esprit d'observation ?

Ce modeste résultat peut être résumé ainsi : les glandes de Pacchioni sont des granulations grisâtres, offrant à peine le volume d'un grain de millet, disséminées, en nombre variable, sur toute la longueur du bord supérieur des hémisphères, situées dans l'épaisseur du feuillet viscéral de l'arachnoïde, essentiellement composées d'une petite masse très molle de tissu conjonctif, de quelques granulations graisseuses et de veinules offrant une grande tendance à s'hypertrophier, et qui par suite de cette tendance augmentent peu à peu de volume. Dans le dénombrement de ces quelques attributs, trouvons-nous les caractères d'une glande ? Non. Pacchioni et la longue série de ses successeurs, en lui appliquant une semblable qualification, cédaient évidemment au vain désir d'en grossir l'importance, afin de l'imposer à l'attention de leurs contemporains. Passons et concluons que les glandes de Pacchioni ne sont pas des glandes, mais des organes d'une nature spéciale et sans analogues.

b. **Glande pinéale.** — Cette glande était connue depuis longtemps. Mais Descartes, dans la seconde moitié du dix-septième siècle, vint la sortir de l'humble rang qu'elle occupait, pour en faire la reine de l'encéphale. Des tubercules quadrijumeaux antérieurs sur lesquels elle est modestement assise, elle dirigeait le monde de la pensée à l'aide des pédoncules cérébraux supérieurs qu'elle tenait dans ses mains. Le grand homme s'exprime ainsi : « Si vous avez jamais eu, dit-il, la curiosité de voir de près les orgues de nos églises, vous savez comment les soufflets y poussent l'air en certains réceptacles, et comment cet air entre de là dans les tuyaux, selon les diverses façons que l'organiste remue les doigts sur le clavier. Or vous pouvez ici concevoir que le cœur et les artères qui poussent les esprits animaux dans les concavités du cerveau de notre machine font comme les soufflets de cet organe. »

Si cette théorie ne nous dévoile pas bien clairement le mécanisme de l'intelligence, elle nous démontre bien moins encore que le conarium est une glande. Toutes les opinions formulées depuis cette époque par tant d'auteurs ne sont pas plus concluantes.

Considérée au point de vue anatomique, cette glande se présente sous l'aspect d'un petit corps grisâtre, situé en arrière du quatrième ventricule, de forme conoïde, d'où le nom de *conarium* sous lequel elle a été décrite par Galien et ensuite par la plupart des auteurs latins.

Elle se compose d'une partie antérieure de laquelle partent ses pédoncules et d'une partie postérieure qui en forme le corps. Les pédoncules, au nombre de trois de chaque côté, sont des prolongements de substance médullaire, qui, nés de sa base, suivent trois directions différentes, en sorte qu'on a pu les distinguer sous les noms de *pédoncules supérieurs, inférieurs et moyens*.

Le corps est formé d'un tissu conjonctif mou, de nature du reste extrêmement variable. Lorsqu'on le divise, on constate, tantôt qu'il est creusé d'une cavité centrale, tantôt qu'il est plein et traversé par des vaisseaux et des lamelles qui lui donnent une structure aréolaire. Dans l'un et l'autre cas il renferme des concrétions calcaires, très variables aussi de nombre, de volume et de configuration.

La cavité du conarium ne dépasse pas chez quelques sujets sa partie centrale et envahit chez d'autres la presque totalité de son volume. Elle contient un liquide grisâtre, lactescent, de consistance séreuse ou muqueuse. En l'absence d'une cavité unique et centrale, ce liquide se dissémine dans les espaces aréolaires de la glande.

Les concrétions calculeuses sont presque constantes; on les observe, non seulement chez les vieillards, mais chez l'adulte, chez l'enfant et même chez le fœtus.

D'une constitution si simple, si variée, si difficile à définir, quelle conclusion pouvons-nous tirer relativement aux attributions du conarium? Si nous considérons qu'il représente tantôt un organe mou et pulpeux, tantôt une pellicule remplie de liquide, tantôt une simple agglomération de concrétions calcaires, et qu'il peut passer ainsi par les états les plus opposés, sans exercer d'influence fâcheuse ou même sensible sur les fonctions du cerveau, pouvons-nous ne pas reconnaître que la glande pinéale est encore inconnue dans ses attributions, et qu'il n'y a pas lieu par conséquent de la ranger au nombre des glandes?

Chez les lézards, des recherches récentes ont démontré que cette glande est un troisième œil rudimentaire, situé sur la ligne médiane dans une excavation du pariétal. M. Mathias Duval, qui a répété et contrôlé ces recherches, a pu constater, en effet, que cet œil médian possède une rétine et un cristallin.

c. Poumons. — Les organes de l'hématose n'ont pas échappé à la fatale tendance. Les fonctions si élevées qu'ils remplissent et d'une nature toute spéciale, comme leur structure, auraient pu les mettre à l'abri d'une telle atteinte. Mais ils sont lobés et lobulés! Ils possèdent

un conduit qui s'ouvre à l'extérieur! Ils exhalent de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau! En fallait-il davantage pour entraîner leur chute et pour faire de ces deux beaux et grands organes de simples parasites du système glandulaire? Pour confirmer ce rapprochement qui heurte en nous le sens intime du vrai, on a voulu fouiller jusqu'à l'épithélium et jusqu'aux capillaires sanguins des infundibula. Mais l'épithélium des culs-de-sac glandulaires est cubique ou cylindrique; celui des poumons est pavimenteux. Dans les vraies glandes les capillaires sanguins sont séparés de l'épithélium sécréteur par une membrane amorphe; ici cette membrane n'existe pas. Peut-être d'autres arguments ont-ils été invoqués encore; mais les quelques remarques qui précèdent suffisent pour réfuter une opinion si manifestement paradoxale, qui n'a pu prendre naissance que dans quelques esprits jeunes, marchant d'un pas encore inexpérimenté dans les sentiers de la science.

d. Cellules adipeuses. — En 1862, M. Henri Milne-Edwards, dans une revue critique des fausses glandes, expose rapidement l'histoire des vésicules adipeuses et n'hésite pas à les mettre au nombre de celles-ci. Comme elles sont extrêmement nombreuses, même chez les hommes en apparence les plus amaigris, et en nombre tout à fait illimité chez ceux qui gémissent sous le poids de leur excessif embonpoint, on voit que la classe des glandes parasites s'enrichissait par cette simple adjonction dans de telles proportions que le système glanduleux en était comme inondé(1).

Les détails dans lesquels je suis entré en exposant les considérations qui se rattachent à l'étude du système adipeux (2) réduisent singulièrement l'importance qu'on pourrait accorder aux vésicules qui le composent. Nous avons vu, en effet, que ces vésicules adipeuses dérivent du tissu conjonctif; que primitivement très minimes elles ont été envahies par la graisse qui n'est pour elles qu'un corps étranger; que cette graisse se développe aux dépens de leur noyau et de leur protoplasme; que ce noyau et ce protoplasme auxquels elles devaient toute leur vitalité disparaissent peu à peu; qu'elles dépérissent ainsi progressivement à mesure que la graisse remplit leur cavité; et qu'enfin elles meurent lorsque cette cavité est complètement envahie.

Or les vésicules adipeuses n'étant en définitive que des vésicules d'abord dégénérées, puis des vésicules frappées de mort, et d'une mort définitive, pouvons-nous les considérer comme des glandes, même fausses? Bien évidemment des vésicules mortes ne peuvent plus jouer aucun rôle; nous pouvons donc les retirer aussi de la classe des glandes dans laquelle elles ne peuvent plus figurer à aucun titre.

(1) Henri Milne-Edwards, *Leçons de physiologie et d'anatomie*, t. VII, 1862, p. 203.

(2) Page 135 et suivantes, fig. 40.

e. **Glandes de Tyson.** — Un assez grand nombre d'auteurs disent avoir observé dans le sillon qui entoure la base du gland quelques glandules sur lesquelles ils tiennent un langage d'ailleurs fort obscur. Pour m'éclairer, j'ai voulu consulter Tyson lui-même. C'est un médecin anglais qui vivait en 1680. Parlant d'un orang-outang, il dit avoir découvert autour du gland des corps glanduleux, qu'il nomme *glandes odorifères* ! Les détails manquent. Tel est le très laconique point de départ de tout ce que nous savons sur ces glandes. Ainsi ce n'est pas sur l'homme, mais sur un singe qu'elles auraient été vues ! et l'auteur se contente d'une simple affirmation ! Partant d'un fait si peu concluant, combien d'anatomistes cependant se sont complu à mentionner les glandes de Tyson en s'appuyant uniquement sur son autorité !

Pour moi, venu après tant d'autres, je déclare avoir été moins heureux ; et cependant j'appliquais à la recherche de ces glandes une méthode nouvelle qui les met facilement en évidence lorsqu'elles existent. Les ayant toujours vainement cherchées, je me vois donc contraint de mettre en doute leur existence. Cependant j'ouvre l'ouvrage de Kolliker et j'y lis avec surprise le passage suivant : « Quant au siège de ces glandes, je ferai remarquer que je les ai toujours rencontrées, au nombre de dix à cinquante, dans le prépuce ; que souvent elles manquaient au gland et à son col, tandis que d'autres fois elles existaient en nombre considérable, jusqu'à cent, surtout à la face antérieure du gland. Les glandes du prépuce sont généralement en grappe, celles du gland sont des glandes utriculaires (1). »

Kolliker a donc observé des glandes d'une part sur la face interne du prépuce, de l'autre autour de la couronne du gland et sur sa surface. Les glandes du prépuce ne sont pas contestables, ce repli est une dépendance de la peau du pénis, de même que les grandes et petites lèvres sont des dépendances de la peau de la vulve. Tous ces replis possèdent des glandes sébacées. Sur ce premier point aucune contestation ne peut s'élever. Mais il s'agit des glandes situées dans le sillon compris entre le pénis et le gland. Kolliker affirme nettement les avoir vues et déclare aussi les avoir rencontrées sur la surface du gland.

De ces deux assertions, je repousse formellement la dernière ; non certainement cet auteur n'a pas observé de glandes sur la surface du gland ; et pour toute preuve, j'en appelle de Kolliker à Kolliker lui-même. Qu'il veuille bien revoir encore ces glandes, j'ose lui prédire qu'il ne les trouvera pas. Il a été certainement victime d'une illusion. Quant à celles que Tyson aurait découvertes sur l'orang-outang et que l'auteur précédent aurait aperçues aussi chez l'homme, je les ai si souvent cherchées dans les meilleures conditions possibles, et j'ai toujours si com-

(1) Kolliker, *Histologie humaine*, 2^e édition, 1868, p. 195.

plètement échoué, que malgré l'autorité et le talent que je concède volontiers à cet histologiste, j'incline fortement à nier leur existence, qui est au moins très contestable.

Je crois devoir clore ici ma première liste des fausses glandes. Elle est bien loin assurément d'être complète. Mais je laisse à l'esprit du lecteur le soin de répudier lui-même celles qui se trouvent comme égarées dans les bas-fonds de la science. D'autres études plus dignes d'intérêt appellent notre attention. En terminant, contentons-nous de résumer sur ce premier groupe quelques brèves considérations qui leur sont communes.

Remarquons d'abord que si toutes ces fausses glandes diffèrent par l'ensemble de leurs caractères des vraies glandes, elles ne diffèrent pas moins les unes des autres. Quels traits de parenté relie les glandes de Pacchioni à la glande pinéale? Quelles analogies établir entre ces glandes et les poumons? Que peut-il y avoir de commun entre ces organes et les vésicules adipeuses? Il suffit de rapprocher un instant ces corps et corpuscules, si disparates, pour être frappé de leur étrangeté comme membres d'une même famille, et pour reconnaître qu'ils ne peuvent être considérés à aucun point de vue comme des êtres comparables et similaires. Mais allons plus loin et entrons dans la pensée des histologistes qui veulent à tout prix rattacher les membres de cette petite tribu à la grande famille des glandes.

Chacune des particules qui forment nos organes comprend dans sa composition une substance propre, des artérioles, des veinules, des nerfs, etc., et chacune d'elles puise dans le sang les matériaux qui lui conviennent, et en rejette d'autres dans ce liquide. Toutes se comportent, par conséquent, comme les glandes qui précèdent et pourraient être considérées aussi comme de fausses glandes.

Faisons un pas encore dans le même ordre d'idées. Chacune des molécules de chacune des parcelles dont je viens de parler jouit du privilège qui appartient à celles-ci; chacune d'elles puise dans la masse commune certains éléments et en rejette certains autres. Chacune d'elles réclame donc aussi une place dans la classe des organes sécréteurs; et dès lors, si toute molécule est une glande, où finira le système glanduleux? Il ne s'arrêtera dans ses envahissements de plus en plus grands que lorsqu'il aura tout absorbé; tout organe sera une glande; les systèmes, les appareils seront des glandes, ou plutôt des groupes de glandes s'ajoutant les unes aux autres, se juxtaposant, se superposant, s'entassant en nombre infini! L'organisation entière, en un mot, sera une glande! et alors où nous conduira cette brillante théorie? A la confusion; à la confusion la plus complète, la plus idéale; et, lorsque nous serons ainsi tombés dans le chaos, il arrivera un esprit sensé qui

tentera de nous en sortir. Tout sera à recommencer. Puis la science, après s'être relevée de sa chute, rencontrera encore peut-être sur sa route d'autres esprits aventureux qui la feront de nouveau dévier, en sorte qu'elle tournera dans un cercle fatal, sans cesse balancée entre les bons et les mauvais génies qui la conduisent.

Les partisans de la doctrine que je combats me diront peut-être que j'exagère, et qu'ils repoussent eux-mêmes la pensée d'une telle généralisation. Mais, lorsqu'on glisse sur une pente sans limite, sans vives arêtes, sans aucun point d'appui, on la descend fatalement, et fatalement aussi on s'égaré dans un dédale sans issue.

Et, ne croyez pas que cette remarque soit une simple hypothèse. Oui, on a vu des savants dignes de ce nom glisser sur cette pente et tomber dans l'abîme de la confusion. J'en citerai un seulement, un seul, éminent entre tous par son mérite, sa haute influence et sa grande situation; je veux parler de M. Henri Milne-Edwards, dont j'ai déjà mentionné l'opinion sur les vésicules adipeuses. Ranger ces vésicules parmi les glandes, j'avais cru d'abord que c'était atteindre et même dépasser tous les excès reprochables aux partisans des glandes à outrance. Mais je me trompais : ce zoologiste éminent est allé beaucoup plus loin, entraîné sans doute et comme malgré lui dans le fatal courant où il s'était aventuré. Je le laisse parler :

« Les poches membraneuses renfermant des pigments sont aussi des glandes imparfaites, qui, sous le rapport anatomique, doivent être rapprochées des vésicules adipeuses.

« Enfin les globules sanguins, quoique libres et flottants au milieu du liquide nourricier, me semblent, comme je l'ai déjà dit, devoir être considérés comme des utricules sécrétoires fort analogues aux précédentes. »

Ainsi, dans un rapide aperçu sur les abus que je combats, j'étais descendu jusqu'aux molécules des corps pour montrer dans quelle effrayante proportion allaient se multiplier les glandes. Je n'avais pas cru qu'il me fût permis d'aller plus loin. Mais mon éminent confrère ne s'arrête pas aux molécules; il fait un pas de plus, un grand pas; il descend jusqu'aux cellules pigmentaires, qui sont aussi des glandes! et jusqu'aux globules sanguins qui en sont également!! En sorte que les glandes ne se compteraient plus par millions, mais par milliards; et, pour exprimer toute l'immensité de leur nombre, il faudrait connaître celui des grains de sable que la mer dépose sur ses bords ou celui des années qui résument la vie de notre globe et des corps qui gravitent dans l'espace.

Tel est le sort des fausses doctrines. Elles ont leurs conséquences fatales. Elles se perdent par les excès mêmes dans lesquels elles tombent. Il arrive un moment où le temps les frappe d'un juste dis-

crédit et les condamne à l'oubli. Ce moment me semble arrivé pour toutes les fausses glandes dont je viens de parler. Qu'il me soit donc permis de répéter encore qu'elles occupent dans le système des glandes une place usurpée; qu'elles représentent de simples parasites; et, reprenant la hache que je tenais suspendue sur leurs racines, qu'il me soit permis aussi de les abattre une à une et toutes successivement, pour en délivrer le système qu'elles dénaturaient. Mais, comme l'inexorable tradition les fera repousser, comme une foule d'esprits faciles à égarer se plairont à les cultiver encore, je la lègue à une main digne et ferme, afin qu'elle puisse procéder à un nouvel abatage aussi souvent que cette salutaire opération redeviendra nécessaire.

§ 2. — DES FAUSSES GLANDES, QUI N'ONT RIEN DE COMMUN AVEC LES GLANDES, MAIS QUI ONT D'INTIMES CONNEXIONS AVEC LE SYSTÈME LYMPHATIQUE ET QUI DOIVENT ÊTRE RATTACHÉES A CE SYSTÈME.

Il existe dans l'économie un très grand nombre de vésicules closes qui sont toutes constituées sur le même type et qui ont pour fonction commune d'élaborer des globules blancs ou *leucocytes*, destinés à être versés dans le courant sanguin. Ces vésicules sont sphériques, de volume un peu inégal, isolées sur certains points, agglomérées sur d'autres. Partout où on les rencontre elles se trouvent en rapport avec d'abondants vaisseaux lymphatiques. Ceux-ci puisent les globules blancs à leur source alors qu'ils sont encore en voie d'évolution et, par l'intermédiaire du canal thoracique et de la grande veine lymphatique, les déversent dans l'appareil circulatoire.

Ces vésicules closes sont souvent désignées aussi sous le nom de *follicules clos*. Depuis longtemps déjà ils sont distingués en *follicules clos agglomérés* et *follicules clos isolés*. Cette distinction, justifiée par leur siège et leur situation relative, mérite d'être conservée. Nous étudierons successivement les uns et les autres.

A. — *Follicules clos agglomérés.*

Ces follicules se présentent à l'état d'agglomération dans une foule d'organes. Mais ils ne s'accumulent pas dans tous avec la même abondance. Quelques-uns, sous ce rapport, se placent au premier rang, soit par leur nombre, soit surtout par leur plus grande importance. Tous les autres, rejetés au second plan par le nombre beaucoup moindre des *leucocytes* qu'ils renferment, diffèrent entre eux cependant. En tenant compte de l'élément qui leur est commun et qui en représente l'attribut

essentiel, on peut les classer dans l'ordre suivant : 1° les ganglions lymphatiques ; 2° les glandes de Peyer ; 3° la rate ; 4° le corps thyroïde ; 5° le thymus ; 6° les amygdales ; 7° les capsules surrénales ; 8° le corps pituitaire.

a. — *Ganglions lymphatiques.*

Les ganglions lymphatiques, sur lesquels j'ai ailleurs longuement insisté, et dont je n'ai pas à reprendre l'étude par conséquent, ont été englobés avec tous ceux qui précèdent sous le terme générique de *glandes vasculaires sanguines*, deux épithètes qui ont la prétention de les définir et qui ne définissent rien ; car toutes les glandes, vraies ou fausses, sont vasculaires et sanguines.

Pourquoi avoir annexé les ganglions au système glanduleux avec lequel ils n'ont rien de commun ? et pourquoi les avoir détachés du système lymphatique auquel tant de liens au contraire les unissent ? Énumérons ces liens, et nous serons frappés de leur importance.

Ces ganglions sont-ils en rapport avec les glandes ? les touchent-ils par quelques points ? sont-ils échelonnés sur leur conduit ? Non ; partout nous les trouvons sur le trajet des vaisseaux lymphatiques ; partout nous les voyons se continuer avec eux. Ils sont créés pour eux ; ils en sont le point constant de terminaison ; ils leur sont si nécessaires, qu'aucun de ces vaisseaux ne se jette dans le canal thoracique sans les avoir préalablement traversés. Arrivés dans leur épaisseur, ceux qui y entrent se continuent à plein canal avec ceux qui en sortent ; et cette continuité est si large, la communication des vaisseaux entrants et sortants est si facile, qu'il suffit de piquer un ganglion dans le voisinage de vaisseaux afférents pour voir aussitôt le mercure sortir par les vaisseaux efférents.

Ainsi, entre les glandes et les ganglions, nul rapport, nulle connexion, nulle continuité, d'aucune sorte, sur aucun point, chez aucun animal. Entre les ganglions et le système lymphatique, au contraire, rapports multipliés, connexions intimes, solidarité si réelle, si étendue et si large, que ces renflements et les vaisseaux se montrent partout continus, unis, inséparables ! S'il existe quelque part dans l'organisme deux groupes d'organes offrant des relations plus étroites et plus vraies, qu'on les nomme ! Et ce sont ces organes, institués si manifestement les uns pour les autres, se complétant réciproquement, se continuant entre eux, comme les cellules nerveuses se continuent avec les tubes qui en partent, ce sont ces organes qu'on veut séparer pour les annexer au système glanduleux ! Et chaque génération, comme fascinée par celle qui l'a précédée, fermerait indéfiniment les yeux à la lumière !

Elle se refuserait encore et indéfiniment à voir ce que la nature lui montre avec tout l'éclat de l'évidence!

Je crois donc pouvoir admettre qu'au point de vue purement anatomique les ganglions n'ont rien de commun avec le système glanduleux, et qu'ils affectent au contraire avec le système lymphatique les connexions les plus variées, les plus répétées, les plus étendues, les plus intimes. J'admets en un mot qu'ils se continuent partout avec ce système, qu'ils en sont inséparables, qu'ils en font partie intégrante et partie essentielle.

Abordons maintenant le côté physiologique de cette discussion. Car c'est peut-être plus encore pour leurs fonctions que pour leurs connexions et leur structure que les ganglions ont été rangés dans la classe des glandes. Ces fonctions sont définies en termes assez obscurs. Ils sécrèteraient un liquide; ce liquide passe dans l'appareil vasculaire, et serait pour le sang un agent modificateur. Heureusement l'observation permet de substituer à celle qui précède une définition beaucoup moins vague: ces organes ont pour attribution d'élaborer des globules blancs; ils sont une des sources, et la source principale des leucocytes, lesquels se forment, non pas en dehors des lymphatiques qui prennent une si grande part à leur constitution, mais dans la cavité de ceux-ci, et sont ensuite entraînés par le liquide qui leur sert de véhicule dans la masse sanguine.

Ce rôle d'organes élaborateurs de la lymphe suffit-il pour considérer les ganglions comme des organes sécréteurs, c'est-à-dire comme des glandes? Non, assurément, car tous les vaisseaux lymphatiques sont des organes du même genre; ce sont aussi des agents élaborateurs de la lymphe; dans leurs cavités, depuis leur origine jusqu'à leur terminaison, ils collaborent avec les ganglions, pour donner naissance aux leucocytes. Ces globules se montrent déjà à leur point de départ; ils augmentent de nombre et de volume en cheminant vers les ganglions. La cavité dans laquelle ils sont contenus augmentant de capacité et prenant les dimensions d'un lac au moment où ils tombent dans la trame de ceux-ci, ils s'arrêtent subitement, se divisent alors, prolifèrent, se multiplient dans une immense proportion: autant de ganglions, autant de centres d'élaboration; et d'agglomération; et chacun de ces centres se déverse ensuite de renflements en renflements, et finalement dans le système veineux.

Si les ganglions se continuent anatomiquement avec les vaisseaux lymphatiques, il faut donc reconnaître qu'ils se continuent physiologiquement aussi avec ces mêmes vaisseaux; ce second mode de continuité n'est pas moins évident que le premier. S'il a été si longtemps méconnu, le moment est venu de ne le plus méconnaître et d'admettre la conclusion qui en découle. Cette conclusion me semble s'imposer

de volume et très rapprochés, mais non contigus. Tous présentent la même structure. De la mince et transparente membrane qui les entoure naissent de fins prolongements de nature conjonctive, qui s'unissent et s'entre-croisent en formant un délicat réseau : c'est le *réticulum*. Dans les mailles de ce réseau sont contenus d'innombrables globules blancs en voie d'évolution, suspendus dans un liquide opalescent. Autour des follicules serpentent des artères et des veines, en très grand nombre, qui les entourent et qui les relie entre eux. De celles-ci partent des capillaires sanguins. Les plus déliés se perdent sur leur périphérie. Les autres pénètrent dans leur cavité et la parcourent dans tous les sens en s'anastomosant et se mêlant aux mailles du réticulum qu'ils contribuent à former.

Des glandes de Peyer partent des vaisseaux lymphatiques, remarquables par leur abondance et leur volume. Tous ces vaisseaux naissent dans leur épaisseur par de très nombreuses radicules (1). J'ai pu constater souvent leur existence, leur multiplicité et leur mode d'ori-

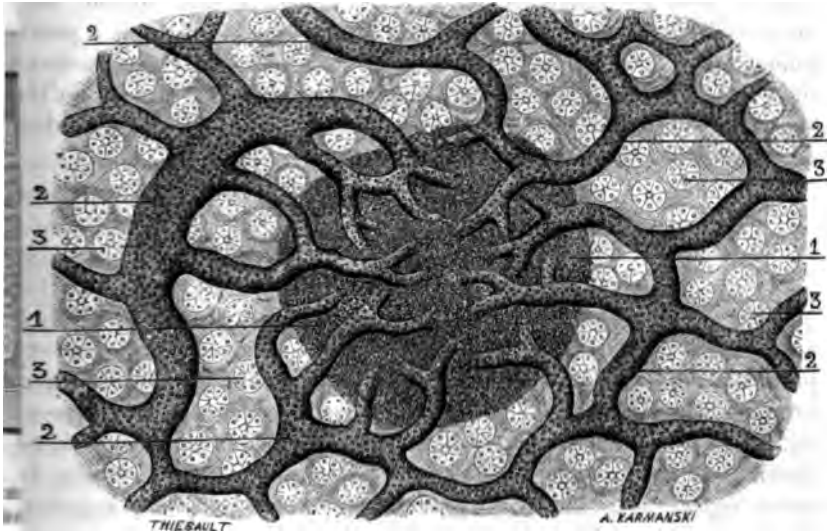


FIG. 253. — Vaisseaux lymphatiques naissant en grand nombre d'un follicule clos du gros intestin.

1, 1, contour d'un follicule clos du gros intestin, dont les vaisseaux lymphatiques étaient très manifestes. — 2, 2, 2, rameaux, ramuscules et branches des vaisseaux lymphatiques qui naissent de ce follicule. — 3, 3, 3, embouchure des glandes en tube de la muqueuse intestinale.

(1) Voy. mon *Atlas des vaisseaux lymphatiques*, gr. in-f°, 1885, p. 90, pl. XXXII et XXXIII.

gine, non seulement sur les follicules clos agminés de l'intestin grêle, mais aussi sur les follicules solitaires du gros intestin (fig. 253).

Les glandes de Peyer sont donc en relation intime avec le système lymphatique. Les vaisseaux qui partent de chacune d'elles étant remplis de leucocytes, puisés dans des follicules clos qui en sont remplis, ces follicules ont bien évidemment pour attribution d'élaborer des globules blancs. Leur rôle ne diffère pas de celui des ganglions. Ils affectent une autre forme, une autre structure, mais remplissent un usage identique. Pour ces ganglions, ils constituent autant de collaborateurs. Comme ceux-ci, ils représentent aussi des annexes du système absorbant, et des annexes fort importantes, les glandes de Peyer étant nombreuses et douées d'une rare énergie d'action. Le nom de glandes que les premiers anatomistes leur avaient donné, parce qu'ils ne possédaient aucune connaissance sur leur fonction, ne peut donc leur convenir. Produisant des globules blancs qui remplissent leur cavité, contenant en d'autres termes une véritable lymphe, donnant naissance à des vaisseaux lymphatiques qui absorbent cette lymphe et qui vont la déposer dans les ganglions, elles se présentent à nous comme des annexes de ceux-ci; elles font partie d'une grande famille, qui a pour unique mission de préparer la lymphe, c'est-à-dire les éléments destinés à renouveler le plasma et les globules du sang à mesure qu'ils s'épuisent sous l'influence de la nutrition. Continuons la revue des autres membres de cette grande famille.

c. — Rate.

Cet organe, dont les fonctions ont été et sont encore si discutées, a aussi pour attribution principale de produire des globules blancs. Ceux-ci prennent naissance dans des vésicules closes, semblables à celles qui forment les glandes de Peyer. Elles ne sont pas comme celles-ci entourées d'un riche plexus sanguin, mais suspendues aux dernières divisions de l'artère splénique, et affectent du reste la même forme, le même aspect, mais offrent en général un volume un peu plus petit, d'où la difficulté qu'on éprouve souvent à les mettre en pleine lumière, difficulté qui dérive en partie aussi de leur situation, ces vésicules se trouvant comme immergées dans la pulpe splénique.

La structure des follicules clos de la rate ne diffère pas de celle des follicules de l'intestin. Ils ont aussi pour éléments nécessaires une mince enveloppe et des filaments de nature conjonctive naissant de la face interne de celle-ci, pour se prolonger dans sa cavité, en s'unissant, et formant par leur entre-croisement et leur union une trame d'une grande ténuité, le *reticulum*. Suspendues aux derniers ramuscules des

vaisseaux artériels, elles en reçoivent de fins capillaires qui accompagnent les filaments du réticulum en s'anastomosant aussi. Quelques-uns de ces capillaires semblent provenir de la pulpe splénique environnante.

Les éléments essentiels des vésicules ou follicules clos de la rate remplissent les mailles du réticulum : ce sont aussi des globules blancs se présentant à divers degrés de développement, les uns à l'état naissant, d'autres plus avancés et constitués surtout par un gros noyau ; d'autres, déjà en possession de leur noyau et de leur protoplasme. Tous ces globules, en voie d'évolution, flottent dans un liquide albumineux, de couleur grisâtre ou opaline. Le contenu des vésicules closes ou glomérules de la rate ne diffère donc ni de celui des glandes de Peyer, ni de celui des ganglions lymphatiques. Leur destination est aussi la même. Rate, glandes de Peyer, ganglions, sont des formes différentes d'un seul et même type d'organes que la nature a procréé dans le même but, c'est-à-dire pour raviver la source dans laquelle s'alimente le fluide nourricier de l'organisme.

d. -- *Glande thyroïde.*

Si les usages de la rate ont été si controversés, ceux de la glande ou des corps thyroïdes n'ont pas soulevé parmi les auteurs de moindres divergences d'opinions : c'est le sort commun des organes qui sont déclassés, et auxquels on veut attribuer toute autre fonction que celle qui leur appartient. Cette glande est destinée aussi à produire des éléments figurés, qui se rassemblent dans des vésicules closes, et qui passent ensuite dans le système lymphatique.

Ces vésicules closes, ce n'est pas sur l'homme, ni même chez l'enfant qu'il faut les observer. Trop souvent elles ont déjà subi les premières atteintes d'une altération qui s'accroît avec les années. C'est sur les mammifères qu'il convient de les étudier pour en prendre une saine notion. Les carnassiers sont particulièrement favorables à cette étude. Je les ai vues chez le chien, et aussi chez un ours, que M. Milne-Edwards avait bien voulu mettre à ma disposition. Chez les mammifères de cet ordre, le corps thyroïde se trouve dédoublé ; il se compose de deux lobes aplatis et assez volumineux, l'un droit et l'autre gauche. Soumettant à l'analyse ces deux lobes, il m'a été facile de constater dans leur épaisseur la présence de vésicules closes, sphériques, opalescentes, parfaitement comparables et même semblables à celles de la rate et des glandes de Peyer. Elles étaient extrêmement nombreuses, très rapprochées par conséquent, et d'une structure rappelant celle des glandes précédentes.

Chacune de ces vésicules closes était formée en effet d'une enveloppe transparente, de nature conjonctivale. De cette enveloppe émanaient aussi des prolongements sillonnant leur cavité dans toutes les directions, s'unissant et formant une trame plexiforme, en un mot un réticulum, auquel se mêlaient de nombreux capillaires sanguins. Les follicules clos de la glande thyroïde, vus dans leur état de parfaite intégrité, sont donc d'une nature absolument identique à tous ceux que nous avons précédemment mentionnés. Que les auteurs, égarés par de vaines recherches et des résultats illusoire, continuent à suivre, chacun isolément, des voies sans issue; pour nous, nous dirons simplement que le rôle des corps thyroïdes dans l'économie est beaucoup moins compliqué qu'ils ne le supposent, et qu'il consiste aussi à produire des globules blancs. Pourquoi la nature, se proposant le même but, a-t-elle donné aux organes qui les produisent, des formes si diverses? C'est un secret qu'elle ne nous a pas encore révélé; mais ce but final elle le dévoile pleinement en multipliant les sources de ces globules, et en les faisant tous converger vers le même conduit, c'est-à-dire vers le système lymphatique qui les déverse dans la masse sanguine.

e. — *Thymus.*

Classé aussi parmi les glandes vasculaires sanguines, le thymus diffère de celles-ci pour la plupart de ses attributs extérieurs, mais leur ressemble par ses éléments essentiels.

Considéré au point de vue morphologique, il se présente sous l'aspect d'un organe de couleur grise, d'une consistance molle, de forme conoïde, situé en arrière du sommet du sternum et composé de deux lobes verticaux, parallèles, juxtaposés sur la ligne médiane. Chacun de ces lobes, irrégulièrement pyramidal, et à base inférieure, est entouré d'une mince membrane qui envoie des prolongements dans son épaisseur, et qui le subdivise ainsi en un grand nombre de lobules secondaires, aplatis, juxtaposés et assez faciles à isoler.

En procédant à cet isolement, on remarque aussitôt qu'ils ont pour centre commun un long cordon replié sur lui-même, mais qu'on parvient sans peine à dérouler. Ce cordon serait creusé, selon un grand nombre d'auteurs, d'une cavité pour la démonstration de laquelle on a employé des artifices très divers, particulièrement l'injection et l'insufflation; mais elle est considérée aujourd'hui avec raison comme le résultat même des moyens mis en usage pour constater son existence.

Les lobules suspendus au cordon central sont un peu inégaux, plus ou moins aplatis, très irrégulièrement circulaires; tout l'intérêt de la structure du thymus se concentre sur leur constitution intime. Ressem-

blent-ils aux divers groupes de vésicules closes que nous venons d'étudier, ou s'en distinguent-ils par quelques traits qui leur méritent une place à part? Non; ils offrent avec ceux des glandes précédentes la plus grande analogie.

Chacun de ces lobules, pris dans son état de parfaite intégrité, est réductible en vésicules closes qui rappellent par tous les détails de leur structure celles que nous avons déjà passées en revue: une très mince et très délicate enveloppe, des filaments de nature conjonctive, plus déliés encore, qui partent de ses parois et qui se croisent en se continuant entre eux, un réticulum d'une grande ténuité en un mot, et dans les mailles de ce réticulum des leucocytes en voie de développement, tels sont les éléments constitutifs de ces lobules. Ce sont aussi des vésicules closes qui les composent; et ces vésicules ont aussi pour usage de produire des éléments figurés qui sont encore à l'état d'ébauche pour la plupart, mais qui prendront en évoluant tous les attributs des globules blancs et qui alors, et même avant leur complète évolution, seront absorbés par les vaisseaux lymphatiques très abondants du thymus, puis déposés par ceux-ci dans le grand appareil de la circulation.

f. — *Amygdales. — Corps pituitaire. — Capsules surrénales.*

Ces trois organes ont été rangés aussi dans la classe des glandes vasculaires sanguines. Les détails très étendus dans lesquels nous sommes entré sur les précédentes nous dispenseront de nous arrêter aussi longuement sur celles-ci; car nous ne pourrions que reproduire la description qui les concerne. Elles ont chacune une situation, des rapports, un volume et une forme qui diffèrent; mais, en scrutant leur structure intime, on voit qu'elle ne diffère pas. Elles ont aussi pour attributs caractéristiques des vésicules closes, constituées comme toutes celles des autres glandes du même ordre, et contenant d'innombrables éléments figurés ou leucocytes en voie d'évolution.

B. — **Des follicules clos isolés.**

Sur quelques points du corps ces follicules restent plus ou moins espacés, et comme disséminés. Mais alors ils ont pour siège commun le tissu conjonctif sous-muqueux. C'est immédiatement au-dessous des membranes muqueuses qu'on les rencontre; et bien qu'isolés ils tendent encore le plus souvent à se collecter sur tel ou tel point en formant des groupes sans limites précises. Parmi ces groupes je dois

mentionner les follicules clos de la base de la langue, ceux de la partie supérieure et postérieure de la muqueuse du pharynx, ceux qu'on observe au-dessous de la muqueuse laryngée, et ceux surtout, bien autrement nombreux, de la muqueuse intestinale, répandus sur toute sa longueur, mais plus spécialement annexés à la muqueuse du gros intestin.

Les follicules clos de la base de la langue ont pour siège les glandes utriculiformes qu'on remarque sur la partie verticale de sa face dorsale. C'est au-dessous de la muqueuse qui forme ces utricules, et sur le pourtour de celles-ci qu'on les voit se rassembler sous la forme d'anneaux, chaque utricule possédant sur son contour un anneau semblable, composé de six à huit vésicules closes.

Les follicules clos sous-jacents à la muqueuse du pharynx représentent la glande vasculaire sanguine de cet organe. Ils sont peu nombreux, de très petites dimensions, très rapprochés de la base du crâne.

Ceux qui dépendent de la muqueuse laryngée se voient au-dessus des cordes vocales sur les côtés du vestibule du larynx. Ils sont très minimes aussi et moins nombreux encore que les précédents.

Les follicules clos de la muqueuse intestinale se montrent au contraire en très grand nombre sur toute son étendue. Mais ils sont à la fois beaucoup plus abondants et plus volumineux sur le gros intestin que sur l'intestin grêle. En les soumettant pendant vingt-quatre heures à l'action de l'acide acétique étendu, on les met très bien en évidence.

Ces follicules clos isolés ne diffèrent des follicules clos agglomérés que par l'espace très variable qui les sépare. Leur volume, leur aspect, leur forme restent absolument semblables. Leur structure diffère moins encore, ou plutôt entre les uns et les autres il serait impossible de saisir la moindre dissemblance. Isolés ou agglomérés, plus petits ou plus volumineux, plus apparents ou moins apparents, ils se présentent partout avec des caractères attestant qu'ils dérivent du même type, qu'ils ont la même destination, qu'ils font partie de la même famille.

Conclusion. — Toutes les glandes vasculaires sanguines ont donc pour attributs communs des vésicules closes, semblablement constituées, contenant des éléments figurés suspendus dans un liquide grisâtre, de nature albumineuse. L'examen microscopique démontre que ces éléments figurés sont des globules blancs, qui ne diffèrent que par leur inégal développement, les premiers nés étant les plus développés, et les autres l'étant d'autant moins qu'ils ont paru plus tardivement. Considérées au point de vue anatomique, ces glandes, dites vasculaires sanguines, présentent donc une constitution identique. Considérées au point de vue physiologique, elles ont pour destination de produire des éléments figurés que les vaisseaux lymphatiques attirent dans leurs cavités, qui cheminent

ensuite de ganglions en ganglions, en poursuivant leur évolution, et qui, parvenus au terme de leur développement, sont déversés dans la masse sanguine.

Il existe en un mot dans l'économie toute une vaste série d'organes, en apparence très différents, mais en réalité composés des mêmes éléments essentiels, et ayant pour commune destination de concourir avec les ganglions lymphatiques à l'élaboration des globules blancs, c'est-à-dire à la formation des futurs globules rouges, présidant en d'autres termes à la reproduction incessante des éléments qui ont pour mission d'absorber l'oxygène et de le transporter jusqu'aux moindres molécules vivantes. Ces organes ont été et sont encore universellement considérés comme des glandes : ils n'appartiennent pas au système glanduleux ; ils appartiennent au système lymphatique dont ils partagent les attributions, dont ils sont les collaborateurs.

CHAPITRE II

DES GLANDES PROPREMENT DITES

Après avoir délivré le système glanduleux de tous les organes hétérogènes dont on l'avait surchargé, au point de le rendre méconnaissable, après l'avoir épuré en quelque sorte, en le ramenant à ses seuls et véritables éléments, nous pouvons le définir dans les termes suivants :

Le système glanduleux est un ensemble de parties similaires, qui ont pour attribut commun une cavité contenant un produit extrait de la masse sanguine et s'ouvrant sur les membranes tégumentaires par un conduit ou par un simple orifice.

Tout organe creusé d'une cavité inhérente à sa constitution, dans laquelle se forme un produit extrait du plasma sanguin et ensuite déversé sur l'un ou l'autre tégument, d'une manière continue ou intermittente, est donc une glande ; et toute glande par conséquent se reconnaît à trois caractères : elle possède une cavité qui apparaît dès le début de son évolution ; elle contient un liquide ; elle répand ce liquide au dehors.

Ainsi défini, le système glanduleux semble descendre à des proportions bien réduites. Les auteurs qui rêvent pour lui une extension sans limites penseront peut-être qu'il déchoit singulièrement de son ancienne splendeur et qu'il n'est plus pour ainsi dire que l'ombre de lui-même. Mais, ainsi réduit et pris dans son ensemble, il conserve encore une immense étendue. Nul autre n'embrasse dans son étude un aussi grand nombre d'organes, et des organes d'une telle importance.

§ 1^{er}. — DÉNOMBREMENT DES GLANDES.

Les unes se rattachant au tégument externe, et les autres au tégument interne, il convient d'examiner successivement celles du premier et celles du second groupe.

A. — Glandes annexées au tégument externe.

Elles sont de deux ordres et ne diffèrent pas moins par leur destination que par leur conformation.

Les glandes sudorifères, d'après les recherches auxquelles je me suis livré, recherches fondées sur une base qui m'a permis d'arriver à un résultat très approximatif, s'élèvent, chez l'homme, à la somme de 2 300 000. Les glandes sébacées, autant que mes études me portent à l'admettre, seraient au nombre de 600 000 à 700 000, ce qui donne pour l'enveloppe cutanée seule, dans l'espèce humaine, un chiffre total de 3 millions environ.

Si nous passons de l'homme aux grands quadrupèdes, comme le cheval et le bœuf, nous verrons ce chiffre grandir considérablement. Pour l'évaluer dans des conditions satisfaisantes, il importait de déterminer d'abord la superficie moyenne de la peau, puis le nombre moyen des poils sur 1 millimètre ou 1 centimètre carré. Je me suis donc rendu dans un abattoir. On venait d'abattre quinze chevaux. J'ai fait étaler sur les dalles l'enveloppe cutanée d'un cheval de moyenne taille; puis, mesurant successivement, d'après le procédé géométrique que j'avais autrefois employé pour l'homme, l'étendue superficielle de la peau du tronc, du cou, de la tête et des membres, je pus reconnaître, en additionnant tous les résultats obtenus, que le tégument externe d'un cheval de moyenne taille mesure près de 4^m,5; mais, comme la peau détachée du corps se rétracte, j'étais resté au-dessous de l'étendue réelle. Pour corriger cette cause d'erreur, je pris les mêmes mesures sur un cheval vivant et de même corpulence; je constatai alors que ce tégument offrait une superficie qui dépassait un peu ce chiffre, et qu'en le limitant à 4^m,5, je me rapprochais beaucoup de la vérité.

Or, chez l'homme, l'étendue superficielle de la peau est de 1 mètre carré et demi. Chez le cheval, cette étendue est donc trois fois aussi grande; elle s'élève en résumé à 4 mètres carrés et demi, ou, ce qui revient au même, à 45 000 centimètres carrés.

Ce premier résultat obtenu, il fallait connaître aussi le nombre des poils implantés sur 1 centimètre carré. Ce second dénombrement offrait

peu de difficulté. J'avais un microscope donnant un grossissement de dix diamètres. Je rasai un segment de peau recouvert de poils noirs afin qu'ils fussent plus visibles; puis j'examinai un centimètre carré de ce segment préalablement épinglé sur une plaque de liège pour qu'il ne se rétracte pas. Voyant très nettement l'extrémité des poils qui en sortaient, je pus constater qu'il en existait 6 sur 1 millimètre carré, ou 600 sur 1 centimètre carré et 600 fois 45 000 sur la totalité de la peau,

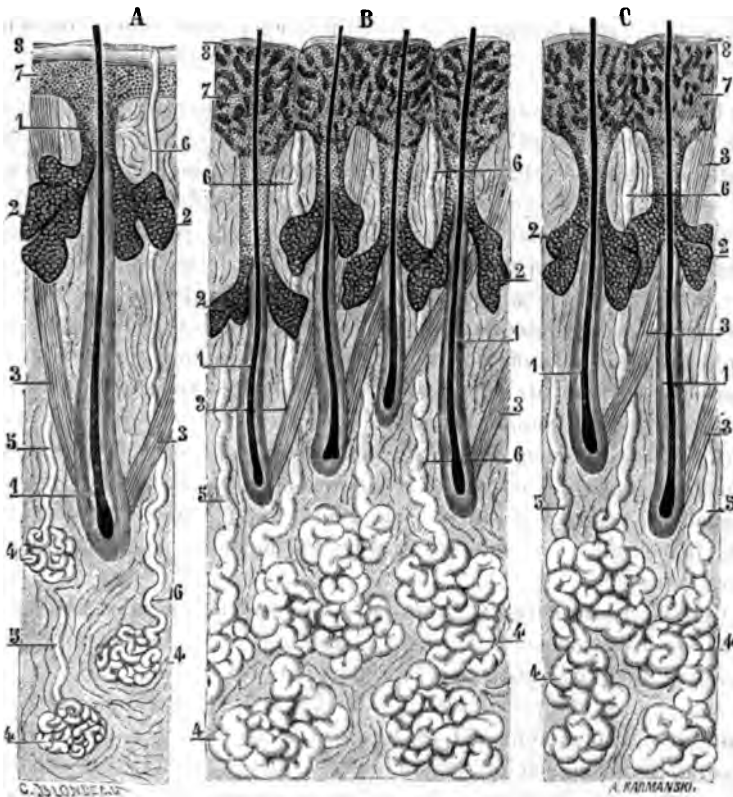


FIG. 254. — Glandes sébacées et sudorifères de l'homme et des grands mammifères.

A. *Homme*. — 1, 1, follicule pileux. — 2, 2, ses deux glandes sébacées. — 3, 3, ses deux muscles. — 4, 4, 4, glandes sudorifères sous-jacentes. — 5, 5, 5, leur conduit excréteur. — 6, partie terminale de l'un de ces conduits. — 7, derme. — 8, épiderme.

B. *Cheval*. — 1, 1, follicule pileux. — 2, 2, leurs glandes sébacées. — 3, 3, leurs muscles. — 4, 4, glandes sudorifères nombreuses et volumineuses. — 5, 5, 6, 6, leur conduit excréteur. — 7, derme. — 8, épiderme.

C. *Ane*. — 1, 1, follicule pileux. — 2, 2, glandes sébacées. — 3, 3, muscles à fibres lisses. — 4, 4, glandes sudorifères. — 5, 5, leur conduit excréteur. — 6, partie terminale de l'un de ces conduits. — 7, derme. — 8, épiderme.

c'est-à-dire 27 millions; et, comme chaque follicule pileux porte deux glandes sébacées, le nombre de celles-ci s'élève en définitive à 54 millions en chiffres ronds.

En étudiant comparativement les follicules pileux et les glandes sudorifères que mon procédé des dissociations permet de mettre simultanément en parfaite évidence, il est assez facile de reconnaître que le nombre des glandes sudorifères est plus considérable aussi que celui des follicules pileux, et à peu près le double de ceux-ci. Il serait par conséquent, chez le cheval, de 54 millions également, ce qui donne pour l'ensemble du système cutané 114 millions de glandes.

Passons au bœuf. Je procédai de même pour déterminer la superficie de son enveloppe pilifère, et je fus un peu surpris en mesurant d'abord cette enveloppe étalée sur les dalles immédiatement après la mort, et ensuite sur l'animal vivant, d'arriver à un chiffre total qui différait à peine de celui obtenu pour le cheval, et qui pouvait être accepté comme égal dans un calcul approximatif. Ainsi cette superficie est aussi de 45 000 centimètres carrés et le nombre des poils par centimètre ne s'éloigne pas sensiblement de 600. Ici encore nous trouverons, en multipliant ces deux chiffres l'un par l'autre, une somme totale de 27 millions; et comme il existe aussi deux glandes sudorifères pour un follicule pileux, comme il existe, en outre, pour chacun de ceux-ci, non pas deux glandes sébacées, mais quatre disposées sur deux étages ainsi que nous l'avons reconnu précédemment, on voit que le bœuf possède en résumé 54 millions de glandes sudorifères et 108 millions de glandes sébacées, soit un total de 162 millions de glandes pour la peau seulement.

Chez les mammifères de plus petites dimensions, le nombre des glandes sébacées reste considérable aussi; mais celui des glandes sudorifères diminue de plus en plus, puis finit par s'éteindre.

Néanmoins, on peut dire que le nombre des organes sécréteurs annexés au tégument externe s'élève à un chiffre que nul auteur n'aurait soupçonné et qui atteste toute l'importance de leur destination, bien différente, du reste, selon qu'on considère celles qui sécrètent la sueur ou celles qui sécrètent la matière sébacée.

Les glandes sudorifères rejettent des éléments devenus inutiles ou nuisibles à l'organisme; et en les éliminant elles permettent à l'économie de conserver une chaleur égale, les liquides expulsés se vaporisant et enlevant le calorique qui dépasse les limites de l'état normal. Cette seconde attribution est surtout bien importante chez le cheval, dont les allures rapides provoquent une élévation rapide aussi de température. On peut s'étonner que la transpiration semble si modérée chez le bœuf dont les glandes sudorifères sont presque aussi développées que chez

le cheval. Mais chez celui-ci elles ne jouent, comme émonctoire, qu'un rôle secondaire; elles semblent avoir surtout pour destination de modérer la température générale du corps, tandis que chez le bœuf c'est plutôt le premier rôle qui l'emporte sur le second.

B. — Glandes annexées au tégument interne.

Dans le dénombrement des glandes annexées à la peau, nous n'avons tenu compte que de celles qui se trouvent incorporées dans son épaisseur. Considérons au même point de vue celles qui sont inhérentes aux muqueuses; et, comme il serait fort difficile et peut-être un peu aride de les soumettre toutes au même calcul, fixons seulement notre attention sur la principale d'entre elles et la plus importante sans contredit, sur la muqueuse gastro-intestinale.

Chez l'homme, nous savons déjà que le nombre des orifices glandulaires sur la muqueuse gastrique s'élève à 5 millions, alors même qu'on ne tient pas compte de ceux qui existent sur la base ou grosse tubérosité de l'organe, lesquels le porteraient à 6 millions au moins. Déjà aussi, nous avons reconnu que celui des orifices glandulaires de l'intestin grêle peut être évalué de 40 à 50 millions. Ajoutons à ces résultats les glandes presque innombrables aussi du gros intestin; et leur somme totale atteindra et dépassera 60 millions, et monterait encore bien davantage si nous faisons rentrer dans notre calcul toutes les autres glandes pariétales du système muqueux. Ainsi, nous avons vu avec quelque surprise que l'enveloppe cutanée chez l'homme contient 3 millions d'organes sécréteurs; et en passant de la peau au tégument interne, une surprise plus grande nous était réservée, puisque ce chiffre se trouve ici deux fois décuplé.

En poursuivant la même étude chez les grands mammifères, on arrive à des résultats plus grandioses encore. Ainsi, chez le cheval, j'ai fait mesurer la longueur de l'intestin grêle en évitant de l'allonger; elle était de 24 mètres; et comme sa circonférence moyenne est de 12 centimètres, en multipliant ces 24 mètres ou ces 2400 centimètres par 12, nous obtenons pour l'expression de la superficie totale de la muqueuse 28 800 centimètres carrés. En ajoutant à cette vaste surface celle du gros intestin que j'ai déterminée aussi et qui varie chez le cheval de 10 000 à 12 000 centimètres carrés, on voit que cette superficie équivaut à 40 000 centimètres carrés, ou, plus simplement, à 4 mètres carrés; or la superficie du tégument externe est de 4 mètres et demi. Elle est donc presque égale à celle-ci, en termes plus exacts elle en représente les huit neuvièmes, et atteint, par conséquent, une étendue quatre fois aussi grande que celle de l'homme qui dépasse à peine 1 mètre carré.

Or, chez l'homme, la muqueuse de l'intestin grêle réunie à celle du gros intestin contient 50 millions de glandes auxquelles il faut ajouter 6 millions de glandes gastriques. Pour prendre une notion approximative de celles qui font partie de la muqueuse gastro-intestinale chez le cheval, il faut donc quadrupler ce chiffre, qui s'élève alors à 224 millions. et qui serait plus considérable encore si nous cherchions par le même procédé à le déterminer chez le bœuf.

Et le système glanduleux serait frappé d'une sorte de déchéance! Déchu! appauvri! un système dont les parties similaires se comptent par centaine de millions! Mais quel est donc parmi les divers systèmes celui qui est plus richement doté, et qui pourrait lui être comparé?

Si, après avoir constaté combien les glandes des deux téguments diffèrent au point de vue du nombre, nous les comparons dans leurs attributions, nous serons frappés de la grande différence qu'elles présentent aussi sous ce rapport, différence telle qu'elles semblent remplir des fonctions complètement opposées.

Au tégument externe est confié le soin d'éliminer certains produits, la sueur d'une part, la matière sébacée de l'autre; son rôle est celui d'un grand émonctoire.

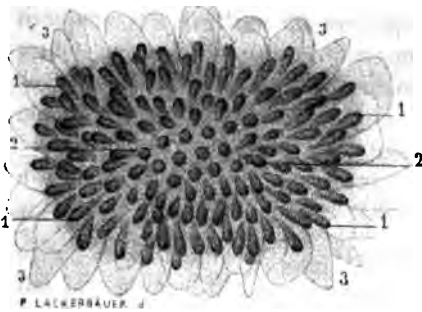


FIG. 255. — Glandes en tube de l'intestin grêle, vues par leur extrémité profonde. (Grossissement de 30 diamètres.)

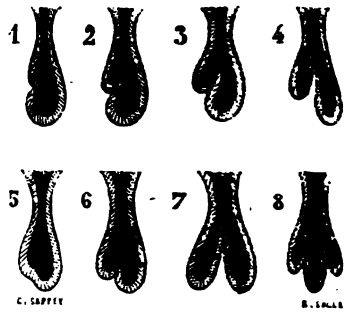


FIG. 256. — Les principales variétés de ces glandes, vues à un grossissement de 100 diamètres.

FIG. 255. — 1, 1, 1, 1, glandes en tube plus ou moins inclinées ou renversées, de telle sorte que les unes se montrent dans toute leur longueur, d'autres de trois quarts. et d'autres en raccourci. — 2, 2, glandes dont le cul-de-sac est seul visible. — 3, 3, 3, 3, villosités renversées aussi et débordant la circonférence du lambeau dont elles font partie.

FIG. 256. — 1, glande simple. — 2, glande offrant un vestige de bifidité latérale. — 3, glande dont la bifidité latérale est plus accusée. — 4, glande bifide. — 5, glande présentant à peine un vestige de bifidité sur son extrémité profonde. — 6, glande dont la bifidité est incomplète. — 7, glande bifide. — 8, glande trifide. — Sur les bonnes préparations toutes ces variétés se voient facilement.

Les glandes du tégument interne ont reçu une mission plus haute ; elles préparent les réactifs qui précipitent la partie assimilable de nos aliments ; elles permettent à cette partie assimilable ainsi isolée de pénétrer dans l'appareil circulatoire, chargé d'en faire la répartition, en la portant jusqu'aux moindres molécules du corps.

Les glandes de la peau sont une des principales portes de sortie du tourbillon de la vie et les glandes de l'intestin une de ses principales portes d'entrée. Si ces dernières sont incomparablement plus nombreuses chez les herbivores que chez les carnassiers, c'est parce que les réactifs qu'elles préparent agissent sur des aliments incomparablement moins riches en sucs nutritifs.

A ces glandes pariétales des deux membranes tégumentaires s'en joignent une foule d'autres très dignes aussi de fixer notre attention.

§ 2. — RÉPARTITION DES GLANDES.

Sur le tégument externe les deux groupes de glandes qui en dépendent occupent chacun une situation différente et invariable. Les glandes sébacées, destinées à lubrifier les poils, se trouvent situées près de leur point d'émergence, dans la couche superficielle ou sous-papillaire du

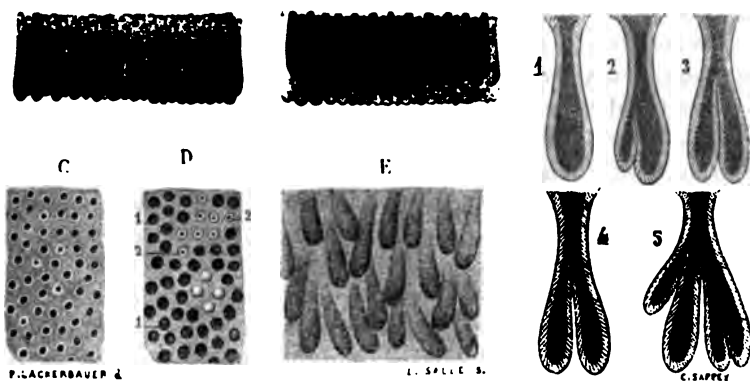


FIG. 257. — Glandes en tube du gros intestin.

FIG. 258. — Leurs variétés.

FIG. 257. — A. Glandes en tube vues par leur partie latérale et supérieure.
 B. Glandes en tube vues par leur partie latérale et inférieure.
 C. Orifices des glandes en tube.
 D. — 1, 1, orifices dont la gaine épithéliale est complètement sortie. — 2, 2, orifices dont la gaine épithéliale n'est pas encore sortie de leur cavité.
 E. Gaines épithéliales appendues à l'épithélium de la muqueuse.

FIG. 258. — 1, glande simple. — 2, glande offrant un vestige de bifidité. — 3, 4, glande bifide. — 5, glande trifide.

derme. Les glandes sudorifères occupent les aréoles qu'on remarque sur sa couche profonde. Elles répondent à la base des follicules pileux qu'elles entourent de tous côtés. Les premières sont intra-cutanées; les secondes sont plutôt sous-cutanées, et le deviennent franchement dans les régions privées de poils, comme la paume des mains.

Les glandes annexées au tégument interne se divisent en trois ordres: celles qui sont situées dans l'épaisseur des muqueuses, celles qui occupent le tissu conjonctif sous-muqueux, et celles enfin qui s'en trouvent plus ou moins éloignées.

Les glandes intra-muqueuses sont sans contredit les plus nombreuses et se rangent aussi parmi les plus importantes; telles sont celles de l'estomac, celles de l'intestin grêle, et celles du gros intestin dont nous avons constaté plus haut l'extrême abondance. A celles-ci s'en joignent d'autres bien dignes aussi d'être mentionnées, comme les glandes du corps de l'utérus, et celles de la muqueuse nasale. Mentionnons encore celles qu'on observe dans les parois des conduits biliaires et dans les parois du canal cystique.

Les glandes sous-muqueuses se voient très bien au-dessous de la conjonctive et mieux encore au-dessous des diverticules qui tapissent les parois des sinus de la face et des cellules ethmoïdales. Elles sont nombreuses au-dessous de la muqueuse linguale, des muqueuses pharyngienne et œsophagienne; au-dessous de la muqueuse du larynx. Elles se montrent en plus grand nombre encore au-dessous des bronches et de toutes leurs divisions. Sous les muqueuses génito-urinaires elles deviennent relativement rares; il en existe quelques-unes sous la muqueuse du col utérin, et un plus grand nombre sous la muqueuse uréthrale chez l'homme et chez la femme. Mais elles disparaissent complètement sous la muqueuse vaginale et sous les muqueuses vésicale et urétérale. C'est donc surtout au-dessous des muqueuses sus-diaphragmatiques qu'on les rencontre.

Elles ont pour attributs communs leurs petites dimensions, leur forme plus ou moins arrondie et leur indépendance. De chacune d'elles part un conduit qui vient s'ouvrir perpendiculairement sur la muqueuse, et qui offre souvent plus d'étendue qu'on ne serait tenté de le croire, ce qui tient à sa direction plus ou moins flexueuse. Leur embouchure circulaire, très minime, est invisible à l'œil nu.

Les glandes qui s'éloignent de la peau et des muqueuses sont représentées sur la peau par les glandes mammaires, composées chacune d'un nombre variable de glandules, sans communication entre elles et s'ouvrant par autant d'orifices distincts sur la surface du mamelon. Le liquide qu'elles sécrètent emprunte sa couleur blanche aux innombrables granulations graisseuses qu'il tient en suspension, en sorte

qu'on les range avec raison dans la classe des glandes sébacées, dont elles ne diffèrent en réalité que par leurs plus grandes dimensions et leur destination.

Les glandes plus ou moins éloignées des muqueuses sur lesquelles elles répandent le produit de leur sécrétion sont beaucoup plus nombreuses que les glandes analogues de la peau.

Elles se partagent en deux groupes. Les unes sont formées aussi de glandules juxtaposées et en apparence unies, mais en réalité indépendantes; à ce premier groupe se rattachent les glandes lacrymales, les glandes sublinguales, les glandes de Nuhn, la prostate et quelques

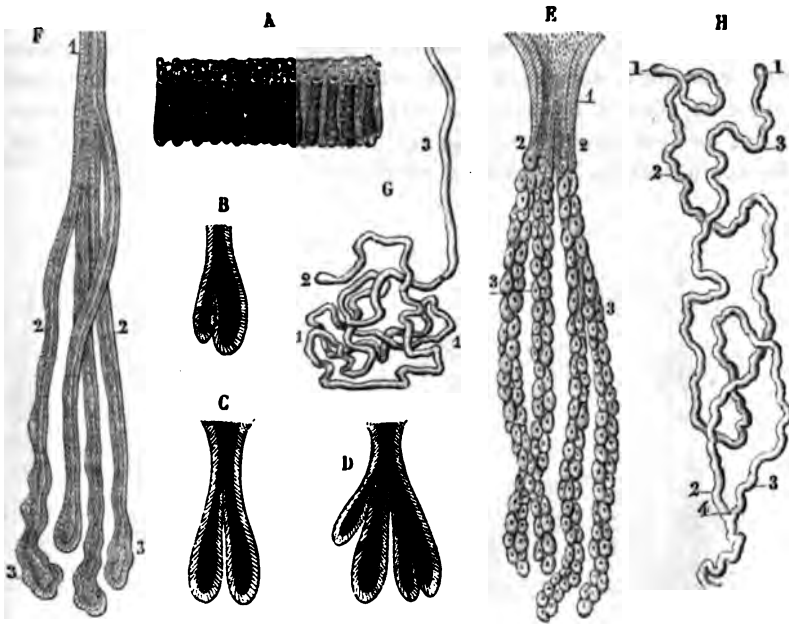


FIG. 259. — Les principales variétés de glandes en tube.

- A. Groupe de glandes en tube de l'intestin grêle.
- B. Une glande en tube qui offre un vestige de bifidité.
- C. Une glande bifide.
- D. Une glande plus divisée.
- E. Une glande en tube de l'estomac du lapin. — 1, son conduit excréteur. — 2, 2, ses deux branches. — 3, 3, branches de second ordre.
- F. Une glande de l'intestin grêle du chien. — 1, son conduit excréteur. — 2, 2, 3, 3, branches qui en partent.
- G. Une glande sudorifère. — 1, 1, sa partie sécrétante. — 2, extrémité initiale du tube qui la compose. — 3, son conduit excréteur.
- H. Un conduit séminifère qui prend naissance par deux tubes. — 1, 1, origine de ces tubes. — 2, 2, 3, 3, leur trajet très flexueux. — 4, leur point de réunion.

autres de moindre importance. Dans le second groupe rentrent toutes les glandes plus ou moins volumineuses de l'organisme : les parotides, les sous-maxillaires, le pancréas, le foie, les ovaires, les testicules, les reins.

Celles du premier groupe ont pour conduits excréteurs des canaux plus ou moins parallèles, sans connexions entre eux, qui s'ouvrent les uns à côté des autres sur la muqueuse correspondante. Celles du second ne possèdent qu'un seul conduit, mais toujours très long, dont l'embouchure est souvent un peu obliquement dirigée.

En jetant sur toutes les glandes annexées au tégument interne un coup d'œil d'ensemble, on voit en résumé que les premières ou glandes intra-pariétales s'ouvrent sur les muqueuses par un simple orifice, que les secondes s'ouvrent par un conduit bien distinct du corps de la glande, mais qui la dépasse à peine; et les dernières par un conduit qui s'étend en général beaucoup au delà de leurs limites. Il n'est pas sans intérêt de remarquer aussi que ces glandes sont en général d'autant plus composées que leur conduit est plus long.

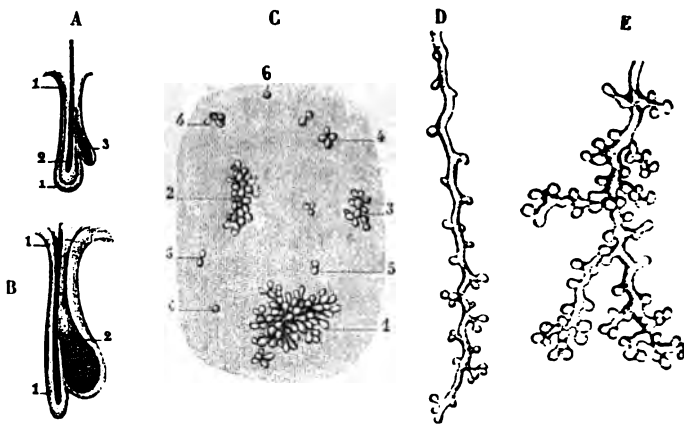


FIG. 260. — Glandes en grappe les plus simples.

A. Glande sébacée représentée par un simple utricule. — 1, follicule pileux. — 2, poil. — 3, glande uni-utrinaire.

B. Glande sébacée uni-utrinaire, plus volumineuse que la précédente. — 1, 1, follicule pileux. — 2, glande qui s'ouvre dans sa cavité.

C. Glandules de la muqueuse qui tapisse les sinus des fosses nasales. — 1, un lobule vu par sa face profonde. — 2, 3, lobules plus petits. — 4, 4, lobules composés de quatre acini. — 5, 5, lobules formés de deux acini. — 6, glandes uni-utriculaires.

D. Glande constituée par un canal, sur le contour duquel sont échelonnées les glandules uni-utriculaires pour la plupart.

E. Glande constituée par un canal principal, et deux canalicules secondaires sur lesquels se groupent aussi des glandules uni-utriculaires et pluri-utriculaires.

§ 3. — CLASSIFICATION DES GLANDES.

Nous avons défini les glandes des organes creux, dans la cavité desquels se dépose un produit extrait de la masse sanguine, produit qu'elles déversent ensuite sur la surface libre des téguments.

L'acte élaborateur, par lequel les éléments de ce produit sont séparés du plasma sanguin, constitue le phénomène de la *sécrétion*; celui par lequel il est versé au dehors constitue le phénomène de l'*excrétion*, d'où il suit que les glandes pourraient être définies aussi des organes à la fois sécréteurs et excréteurs.

Ramenée à sa plus grande simplicité, la cavité de ces organes se présente sous deux principaux types qui se compliquent l'un et l'autre de plus en plus. Ces deux types générateurs sont le tube et l'utricule.

Les glandes qui dérivent du premier type, ou glandes tubuleuses, sont d'abord de simples conduits perpendiculaires aux téguments, dont

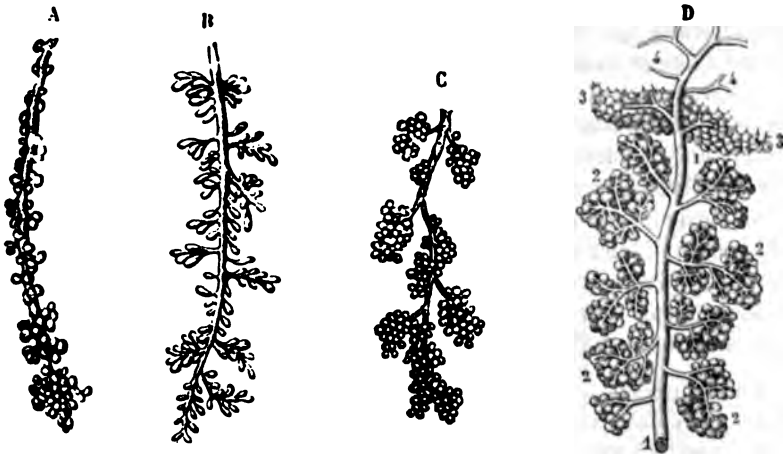


FIG. 261. — Glandes en grappe plus composées.

A. Une glande en épi de la muqueuse des fosses nasales, composée d'un canal central et de glandules très simples.

B. Glandes en épi du sinus sphénoïdal, dont les glandules s'allongent et tendent à former autant de lobules. Les acini encore peu nombreux de ces lobules restent indépendants et bien manifestes.

C. Glande en grappe, parvenue à un degré d'évolution plus avancé que les précédentes. Elle se compose de huit à dix lobules s'ouvrant chacun par un canalicule dans un conduit commun; ces lobules se composent d'un nombre d'acini déjà assez considérable pour qu'on ne puisse distinguer les premières radicules du canalicule qui en part.

D. L'une des cinq glandes en grappe qui contribuent à former la glande lacrymale. — 1, 1, lobules groupés autour de la partie terminale de son conduit.

elles ne dépassent pas l'épaisseur. Puis les conduits s'allongent, en prenant une direction flexueuse, comme les glandes sudorifères, ou bien en se divisant en deux ou plusieurs tubes secondaires, comme les glandes de la muqueuse gastro-intestinale. A un degré plus avancé de complication, le conduit principal se ramifie, et souvent ses divisions en se multipliant s'anastomosent, comme celles du foie et du testicule. Enfin, dans l'état le plus complexe, le conduit excréteur s'allonge, se ramifie plus encore et se renfle sur un point de son trajet.

Les glandes qui affectent la forme utriculaire sont constituées dans leur état primitif par un seul utricule s'ouvrant à la surface de la peau ou des muqueuses par un orifice microscopique. C'est à ces glandules, ainsi réduites à leur plus simple expression, que s'applique la belle définition de Malpighi : *Membranula cava cum emissario*.

A cet unique utricule s'en ajoute un second ou plusieurs, qui forment un petit groupe et qui s'ouvrent sur les membranes tégumentaires par un orifice commun. Ces groupes prennent le nom de *lobules*. Ils sont plus ou moins volumineux et plus ou moins compliqués selon le nombre des utricules qui contribuent à les former. On donne à ces utricules les noms de *granulations* et d'*acini*.

Le plus souvent, les lobules ne restent pas isolés. Ils se réunissent en nombre variable aussi et s'ouvrent au dehors, non plus par un simple orifice, mais par un tube d'autant plus gros que les lobules sont plus nombreux, formant ainsi une glande multilobulée.

Si plusieurs glandes multilobulées s'unissent, le conduit prend un plus grand diamètre et la glande est dite multilobée. Elle offre alors un mode de ramescence qui rappelle celui d'une grappe.

Enfin, sous leur forme la plus compliquée, les glandes du second type sont munies d'un réservoir annexé aussi à leur conduit excréteur.

En comparant les divers états par lesquels passe chacun des deux types générateurs, on voit : que le type tubuliforme se complique par l'allongement et la ramescence des tubes ; le type utriculiforme par la multiplication des utricules ; et qu'en se compliquant les glandes de l'un et l'autre type s'éloignent de plus en plus des membranes tégumentaires, de telle sorte que les produits déposés sur la surface de celles-ci y arrivent d'abord par un simple orifice, puis par un canal, et enfin par un canal ramifié muni d'un réservoir. Ainsi conformées, les glandes, dans chaque classe, peuvent être partagées en quatre ordres :

Celles qui ont pour moyen d'excrétion un simple orifice ;

Celles qui ont pour organe excréteur un conduit sans ramifications ;

Celles qui s'ouvrent sur les téguments par un conduit ramifié ;

Et enfin celles, beaucoup moins nombreuses, dont le conduit excréteur est à la fois ramifié et pourvu d'un réservoir.

A. — Glandes qui ont pour moyen d'excrétion un simple orifice.

Les glandes tubuleuses, qui n'ont pour moyen d'excrétion qu'un simple orifice, appartiennent exclusivement au système muqueux. Il en existe un certain nombre sur les diverticules que la muqueuse nasale envoie dans les sinus et les cellules ethmoïdales. Mais c'est sur les parois de la muqueuse utérine, et plus particulièrement sur celles de l'intestin, qu'elles se montrent. Nous avons signalé plus haut leur prodigieuse abondance. Perpendiculaires aux muqueuses dont elles dépendent, et parallèles par conséquent, elles se juxtaposent partout à la manière des alvéoles d'une ruche d'abeilles et ne se trouvent séparées que par les vaisseaux et les nerfs qui cheminent dans leurs intervalles. Leur extrémité profonde, terminée en cul-de-sac, repose sur la couche musculaire de la muqueuse et lui adhère. Leur extrémité superficielle, béante, communique à cette muqueuse l'aspect d'un crible. Elles en sont en réalité une simple dépression. L'épithélium qui les tapisse est formé aussi de cellules cylindriques.

Les glandes utriculaires, qui s'abouchent sur les téguments par un simple orifice, sont incomparablement moins nombreuses que les précédentes. C'est au contraire sur le tégument externe qu'elles se montrent



FIG. 262. — Glande sébacée du nez multilobulée et multilobée.

1, son follicule pileux. — 2, un lobe composé d'un grand nombre de lobules. — 3, 4, 5, autres lobes de volumes divers, multilobulés aussi, s'abouchant tous dans un conduit très court.

pour la plupart. Beaucoup de glandes sébacées appartiennent à ce type et se trouvent réparties sur les régions les plus diverses. Elles sont assez rares sur les régions que recouvrent des poils en plein développement, comme ceux du cuir chevelu ; mais existent en quantité variable sur toutes celles dont le système pileux est plus ou moins atrophié. Le nez, les paupières, la face, le pavillon de l'oreille en sont le siège de prédilection. Leur embouchure ne répond pas du reste à la surface libre de la peau, mais à la paroi interne des follicules pileux.

Les glandes utriculaires simples du tégument interne, considérées autrefois comme très nombreuses, sont au contraire extrêmement rares. Il en existe quelques-unes sur la muqueuse uréthrale, et d'autres sur la muqueuse des sinus chez l'homme et chez les mammifères. Elles ont pour caractère commun leur extrême petitesse et leur forme arrondie. La méthode des dissociations les met bien en évidence.

B. — Glandes qui s'ouvrent à la surface des membranes tégumentaires par un conduit non divisé.

C'est dans les glandes de cet ordre qu'on voit apparaître la ligne de démarcation que la nature a tracée, en caractères de plus en plus accusés, entre la partie qui sécrète et celle qui excrète.

Dans les glandes tubuleuses, le tube s'allonge, devient un peu flexueux, puis, soudainement, ses sinuosités se multiplient, s'entassent les unes sur les autres et forment alors un corpuscule qui a été comparé à tort à un peloton, d'où son nom de *glomérule*. Mais nulle part les tubes ne s'enroulent ; partout ils restent simplement sinueux, en sorte que, lorsque les sinuosités ne sont pas trop nombreuses, on peut les dérouler, en les isolant par la méthode des dissociations qui est parfaite pour leur étude. De ces deux parties de la glande, celle qui ne décrit que de légères flexuosités en représente le conduit excréteur, et celle dont les flexuosités sont entassées au point de former un corps ou corpuscule plus ou moins arrondi, en représente la partie sécrétante ou la glande proprement dite ; ainsi se comportent chez l'homme les glandes qui sécrètent la sueur et celles qui sécrètent le cérumen.

Dans les glandes utriculiformes, la séparation entre la partie qui sécrète et celle qui excrète s'effectue par un autre procédé. L'utricule primitif s'allonge pour jouer le rôle de conduit excréteur ; et autour de cet utricule allongé se disposent les utricules qui président à la sécrétion. En se groupant ainsi, ils forment un lobule ; et, si plusieurs lobules se groupent autour du même conduit, ils forment une glande multilobulée. Les glandes sébacées nous offrent une foule d'exemples de ces glandes multilobulées.

C. — Glandes qui s'ouvrent à la surface des membranes tégumentaires par un conduit ramifié.

Ces glandes étaient autrefois désignées sous le terme générique de glandes conglomérées. Elles diffèrent beaucoup selon la classe à laquelle elles appartiennent et peuvent être partagées en deux principaux groupes, celles qui ne dépassent pas la face profonde des téguments et celles qui se prolongent au delà.

Les premières se distinguent par leur petitesse et leur simplicité relative. Chez quelques mammifères, on voit les glandes sudorifères, à leur origine, se diviser et leurs deux branches s'enrouler. Chez un

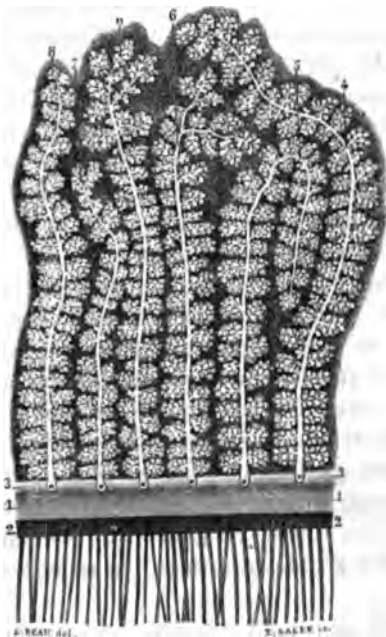


FIG. 263. — Glandes de Meibomius. (Grossissement de 7 diamètres.)



FIG. 264. — Partie inférieure de l'une de ces glandes.

FIG. 263. — 1, 1, bord libre de la paupière. — 2, 2, sa lèvre antérieure. — 3, 3, sa lèvre postérieure. — 4, une longue glande. — 5, une autre d'abord ascendante qui descend ensuite verticalement. — 6, 6, deux longues glandes. — 7, 8, glandes plus petites, pourvues, comme les précédentes, d'un conduit non divisé.

FIG. 264. — 1, 1, conduit excréteur d'une glande de Meibomius. — 2, 2, lobules échelonnés sur son trajet. — 3, 3, lobules de petites dimensions. — 4, 4, simples utricules. — 5, 6, partie terminale ou embouchure du conduit.

grand nombre de quadrupèdes, les glandes de l'intestin grêle se divisent en deux branches qui se subdivisent aussi.

Les secondes diffèrent des précédentes par leur volume plus considérable, par leur forme plus allongée et surtout par leur structure plus compliquée. Leur conduit se divise en une ou plusieurs branches, qui donnent naissance à un nombre variable de branches secondaires; telles sont celles de l'estomac chez l'homme et la plupart des mammifères, et même chez la plupart des vertébrés.

Les glandes utriculiformes composées, ou glandes en grappe, présentent dans leur constitution plus d'uniformité et sont aussi beaucoup plus nombreuses. Elles ont pour organes sécréteurs des lobules; si le conduit est peu ramifié, les lobules sont rares et plus espacés. Mais que les premières branches se divisent en rameaux, ceux-ci en ramuscules, puis en ramifications, on verra alors les lobules se multiplier aussi, se rapprocher et former des groupes de plus en plus volumineux. Comme les divisions auxquelles ils correspondent, ces groupes se distinguent en ceux du premier, du second et du troisième ordre. Ceux du premier ou l'ensemble des groupes qui dépendent de la même branche ont reçu le nom de *lobes*; ceux du second et du troisième constituent les *lobes secondaires, tertiaires*, etc.; les lobules suspendus aux dernières ramifications du conduit excréteur prennent le nom de *lobules primitifs*, et les utricules qui les forment celui d'*acini*.

La disposition qu'affectent les lobes et les lobules à l'égard du conduit principal offre des variétés presque infinies. Quelquefois ils s'échelonnent sur toute sa longueur; plus souvent ils se pressent confusément sur son trajet. Dans l'un et l'autre cas, la glande, par l'ensemble de sa conformation, rappelle le mode de constitution d'une grappe; elle est seulement plus ou moins allongée, et revêt alors cette forme plus spéciale que j'ai désignée sous le nom de glandes en épi; ou plus ou moins arrondie. Parmi les premières se rangent la plupart de celles qui appartiennent à la muqueuse nasale, et aussi les glandes de Meibomius, et parmi celles du second type, les glandes parotides, les glandes sous-maxillaires, le pancréas, etc.

Parmi les glandes en grappe, il en est qui semblent se fusionner en une seule, mais qui cependant restent tout à fait indépendantes; telles sont les glandes lacrymales, les glandes sub-linguales, la glande mammaire, la prostate.

Leur forme est indéterminée, subordonnée à la configuration des parties qui les entourent, en sorte que quelques-unes sont aplaties et semi-ovoïdes, et d'autres discoïdes comme les mamelles ou conoïdes comme la prostate.

Leur volume n'est pas moins variable; si quelques-unes sont volu-

mineuses, beaucoup aussi se réduisent à de si minimes dimensions qu'elles se voient à peine à l'œil nu ; telles sont les glandes en grappe de la première portion de l'intestin du duodénum.

D. — Glandes qui s'ouvrent sur les membranes tégumentaires par un conduit muni d'un réservoir.

Ces glandes sont rares. Chez l'homme, on en compte quatre seulement : le foie, le rein, le testicule et l'ovaire. Elles se distinguent de toutes les autres, non seulement par le réservoir annexé à leur conduit, mais aussi par la longueur considérable de celui-ci, par leur structure plus compliquée et qui diffère pour chacune d'elles, et aussi par l'extrême importance des fonctions qu'elles remplissent.

Beaucoup d'auteurs se refusent à considérer les trois dernières comme des glandes. Ils font remarquer que l'urée est préformée dans le sang ; que les ovules mâles et femelles ne sauraient être assimilés à de simples produits de sécrétion. Mais cette argumentation toute physiologique est seulement spécieuse.

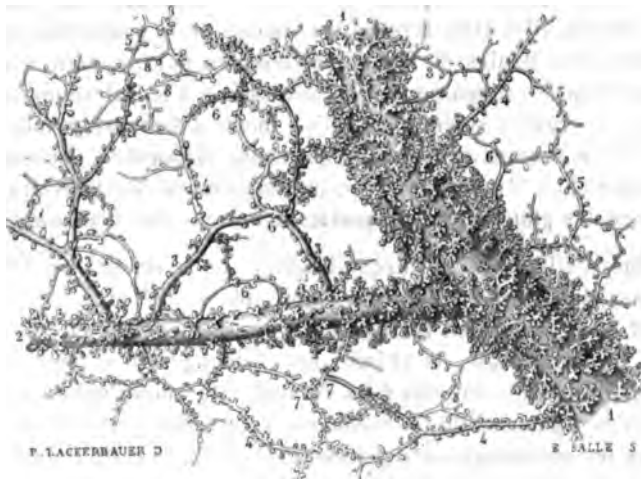


FIG. 265. — Un conduit biliaire ramifié dont les divisions s'anastomosent.

1, 1, une branche du conduit hépatique dont la surface est recouverte de glandes en grappe qui s'ouvrent dans sa cavité. — 2, un rameau de ce conduit hérissé de glandes semblables, mais plus petites. — 3, 3, 3, ramuscules biliaires portant sur leurs parois de simples acini. — 4, 4, 4, ramuscules plus petits recouverts d'acini, plus espacés. — 5, 5, 5, ramifications anastomotiques. — 6, 6, 6, anastomoses en arcades. — 7, 7, anastomoses à angles. — 8, 8, anastomoses transversales dont les parois sont recouvertes aussi d'acini, mais très minimes.

L'urée est préformée; mais les autres glandes ont-elles une action quelconque sur ce produit? Peuvent-elles l'extraire du sang artériel qu'elles reçoivent? Non; ce sang les traverse sans que l'urée s'en échappe. Le rein seul possède le privilège de séparer l'urée des autres principes auxquels elle se trouve mêlée; et, d'ailleurs, ce principe immédiat n'est qu'une partie de l'urine. Les reins, s'ils ne jouent pas ici le rôle d'organes élaborateurs, sont cependant les agents qui président à l'élimination de l'urine. Ils remplissent les fonctions d'un émonctoire; ils extraient de la masse sanguine un ensemble de produits que leur action seule peut en séparer. Quel que soit le mécanisme de cette action, elle est absolument incontestable; les reins, rangés de tout temps parmi les organes sécréteurs, méritent donc ce titre et doivent conserver la place qui leur a été assignée parmi les glandes.

Quant au testicule et à l'ovaire, leur produit se distingue, il est vrai, de tous les autres par un caractère de la plus haute importance: ce sont des éléments figurés, et des éléments qui tiennent la première place entre tous, puisqu'ils ont pour destination de reproduire, de perpétuer, d'éterniser les espèces. Mais ici remarquons encore que, lorsqu'ils se montrent, l'appareil circulatoire existe déjà à l'état d'ébauche, et que les éléments à l'aide desquels ils se constituent dérivent aussi du plasma sanguin. Plus tard, lorsque les organes de la génération entrent en fonction, les ovules et les spermatozoïdes puisent bien évidemment dans la masse sanguine les sucs nécessaires à leur développement. Bien que ces organes soient doués d'un mode d'élaboration tout à fait spécial, on ne saurait méconnaître que cette élaboration est aussi un fait incontestable. Il n'y a pas lieu, par conséquent, de les retrancher de la classe des glandes avec lesquelles ils offrent tant d'analogies.

Ajoutons, d'ailleurs, que chaque branche de la science prend pour base de ses classifications des faits empruntés à celle-ci. L'anatomie à cet égard procède comme toutes les sciences naturelles et comme la géologie, la minéralogie, la chimie, etc. Elle ne peut s'appuyer avec quelque solidité que sur des faits relatifs à la conformation et à la structure des organes. Elle n'a même pas à se préoccuper de leurs fonctions. Que les physiologistes repoussent les faits de cette nature pour ne considérer que les produits de sécrétion, c'est assurément leur droit: qu'ils divisent ces produits, en ceux qui sont préformés et ceux qui sont élaborés, en ceux qui sont amorphes et ceux qui sont figurés, en ceux qui sont éliminés et ceux qui rentrent dans le courant sanguin, etc., etc., nul ne saurait contester l'utilité de ces distinctions, à la condition que la physiologie n'aura pas la prétention d'imposer à l'anatomie les classifications qui lui conviennent, mais qui ne sauraient convenir à une science composée de notions si différentes.

Remarquons encore que toutes les tentatives faites dans ce but n'ont eu pour résultat jusqu'à présent que des classifications confuses, basées sur des données plus ou moins contradictoires, variant avec leurs auteurs et sans aucune utilité, sans portée, même pour la physiologie qu'elles ont plutôt desservie.

J'ai voulu savoir cependant si, en se plaçant à ce point de vue, il ne serait pas possible de classer les glandes en tenant compte seulement de leurs produits de sécrétion. J'ai séparé alors de toutes les autres celles qui produisent des éléments figurés. J'ai donné une place à part à celles qui dégagent des produits préformés; puis à celles qui rejettent des principes devenus inutiles, comme les glandes sudorifères; une autre à celles qui sécrètent la matière sébacée; une autre aux glandes qui président à la digestion stomacale et à la digestion intestinale; une autre à celles qui produisent un liquide séreux comme les parotides; une autre à celles qui produisent des sucs visqueux comme les sous-maxillaires; puis à celles qui excrètent un simple mucus, etc. Mais j'avais ainsi presque autant de glandes que de produits sécrétés. Je dus reconnaître assez vite que ma tentative était vaine, et revenir aux données empruntées à l'anatomie, les seules vraiment utiles et qui ont d'ailleurs pour elles la consécration que donnent le temps et l'expérience.

§ 4. — STRUCTURE DES GLANDES.

Les glandes comprennent dans leur structure une partie qui sécrète et une partie qui excrète. Ces deux parties diffèrent à peine dans celles qui se réduisent à leur plus extrême simplicité; mais elles diffèrent beaucoup dans celles qui arrivent à leur plus haut degré de complication.

A. — Structure des glandes en grappe.

La partie qui sécrète est représentée dans les glandes en grappe par de simples vésicules; ces vésicules ont une structure qui leur est propre, et les canalicules qui en partent, une structure spéciale aussi.

a. *Structure des vésicules.* — Les vésicules ou acini des glandes en grappe ont pour éléments essentiels des cellules qui tapissent leur cavité et qui président au phénomène de la sécrétion. Autour de celles-ci se trouve une membrane amorphe; et au delà de cette membrane du tissu conjonctif, des vaisseaux et des nerfs.

Les cellules forment une dépendance de l'épithélium qui recouvre la surface libre de toutes les membranes muqueuses. Elles en représentent les derniers prolongements ou les culs-de-sac terminaux. Mais en péné-

trant et se ramifiant dans leur épaisseur, elles se modifient beaucoup, en sorte que ces cellules terminales diffèrent assez notablement de celles qui répondent aux conduits excréteurs. Bien qu'elles soient loin d'être tout à fait semblables sur tous les culs-de-sac glandulaires, elles se rapprochent cependant plus ou moins par leur tendance à s'allonger; et, comme elles se compriment mutuellement, elles prennent ainsi la forme de prismes à quatre, cinq ou six pans, dont le grand axe est perpendiculaire à la membrane amorphe.

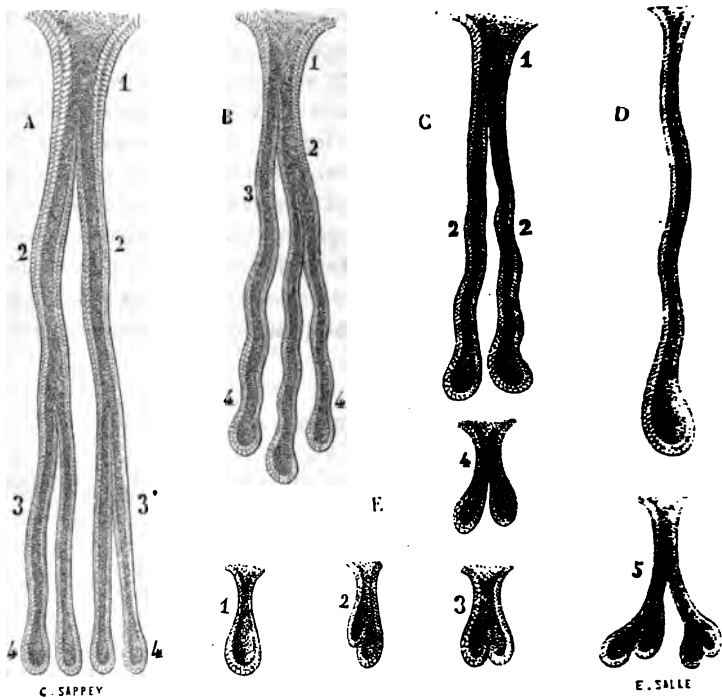


FIG. 266. — Glandes de l'intestin grêle des mammifères.

A. *Glande du chien.* — 1, son conduit excréteur. — 2, 2, 3, 3, les deux branches qui en partent. — 4, 4, culs-de-sac ovoïdes par lesquels elles se terminent.

B. *Glande du bœuf.* — 1, son conduit excréteur. — 2, 3, ses branches. — 4, culs-de-sac terminaux de la glande, revêtus comme toutes les autres glandes du même ordre d'un épithélium cylindrique.

C. *Glande du mouton.* — 1, son tronc. — 2, 2, les deux branches qui en naissent.

D. *Glande du porc, remarquable par sa longueur et son calibre.* — Elle ne donne le plus habituellement aucune division.

E. *Glandes du lapin et du lièvre.* — 1, glandule n'offrant aucun vestige de division. — 2, glandule sur laquelle on voit une trace de bifidité. — 3, autre glandule dont le cul-de-sac est divisé en deux utricules. — 4, glande composée de deux glandules. — 5, glande en tube composée du duodénum.

Les cellules les moins longues sont cubiques ; les plus longues représentent des cylindres taillés à facettes et délimités par six plans. Entre ces deux formes principales on rencontre toutes les formes intermédiaires. Dans certains culs-de-sac glandulaires, les cellules préposées à la sécrétion forment deux rangées. Mais ce qui les caractérise plus particulièrement, c'est l'ampleur de leur cavité, que remplissent leur noyau, leur protoplasme et des leucytes toujours bien évidents ; c'est dans cette cavité que les principes extraits des capillaires sanguins environnants se déposent, et se combinent pour donner naissance au produit

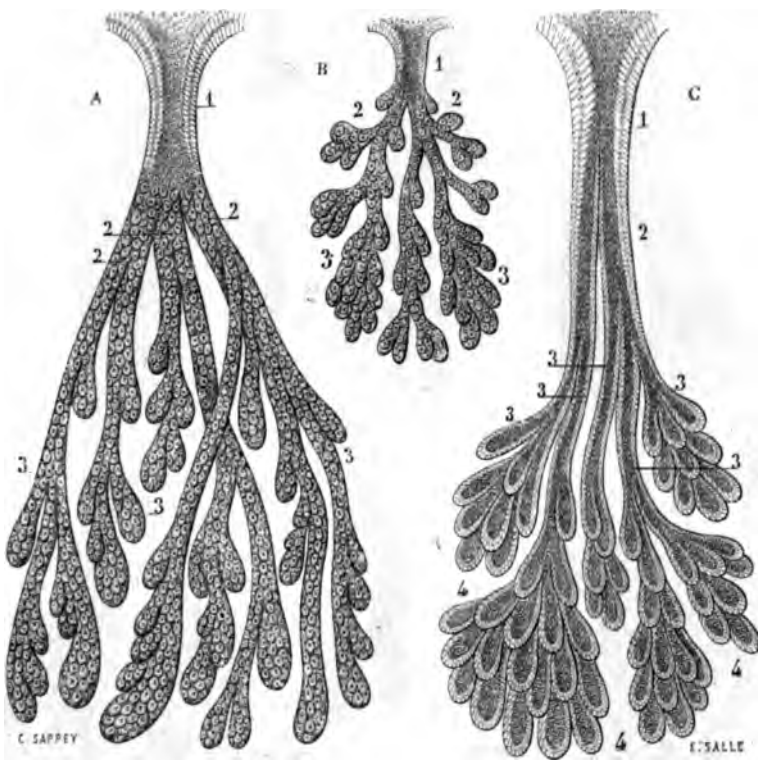


FIG. 267. — Glandes gastriques de l'homme.

A. *Glande pepsinifère de la partie moyenne de l'estomac.* — 1, son tronc ou conduit excréteur. — 2, 2, 2, ses trois principales branches. — 3, 3, 3, ses divisions secondaires toutes remplies de cellules sphériques.

B. *Glande pepsinifère de l'extrémité splénique.* — 1, son tronc extrêmement court. — 2, 2, ses deux principales branches. — 3, 3, culs-de-sac très nombreux par lesquels elles se terminent.

C. *Glande muqueuse de la région pylorique.* — 1, son tronc. — 2, 2, les deux branches qui en partent. — 3, 3, 3, ses divisions de second ordre. — 4, 4, 4, ses divisions terminales.

spécial qu'elles sont chargées d'élaborer. Celle de leurs facettes qui répond à cette cavité est plus petite que la facette opposée.

La *membrane amorphe, membrane propre*, jouait autrefois un grand rôle. Elle était l'élément essentiel des acini et tenait tous les phénomènes de la sécrétion sous sa dépendance. Mais elle est bien déchue

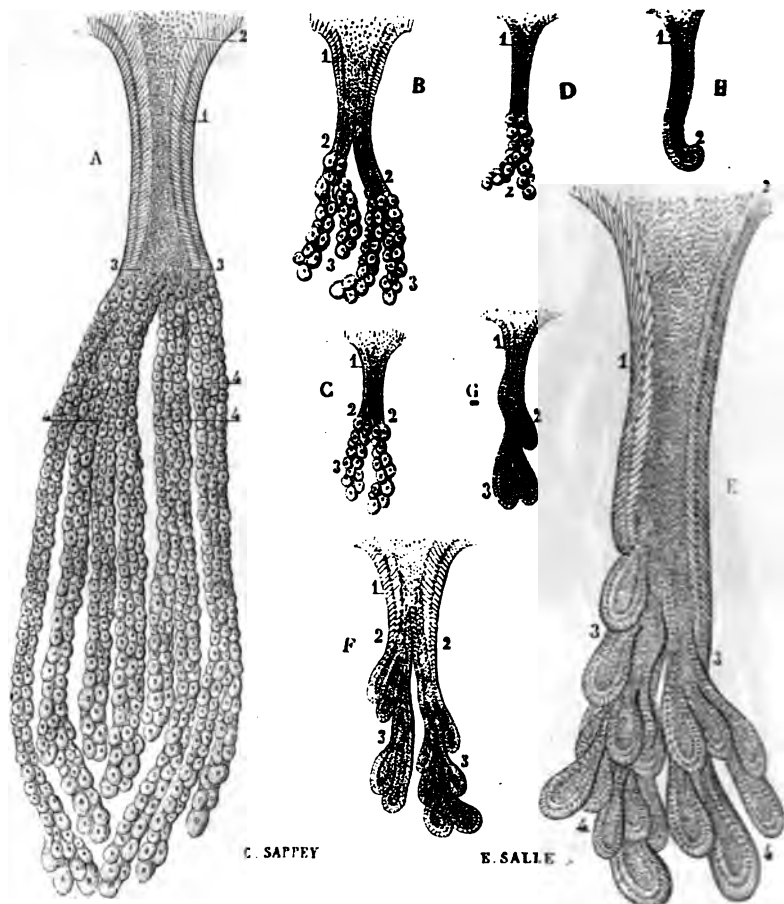


FIG. 268. — Glandes gastriques des carnassiers.

A. Une glande pepsinifère du chien. — 1, son conduit excréteur. — 2, son embouchure. — 3, 3, 4, 4, ses divisions remplies de grosses cellules sphériques.

B. C. D. Petites glandes pepsinifères de la région du cardia.

E. Glande muqueuse de la région pylorique.

F. G. H. Petites glandes de la région cardiaque. — F. Glande constituée sur le même type que celles de la région pylorique, mais beaucoup plus petite. — G. H. Glandules plus petites encore.

de son importance primitive. Les réactifs et le microscope nous ont montré que les cellules épithéliales ne lui sont pas subordonnées, mais qu'elle est subordonnée au contraire à celles-ci. Elle représente

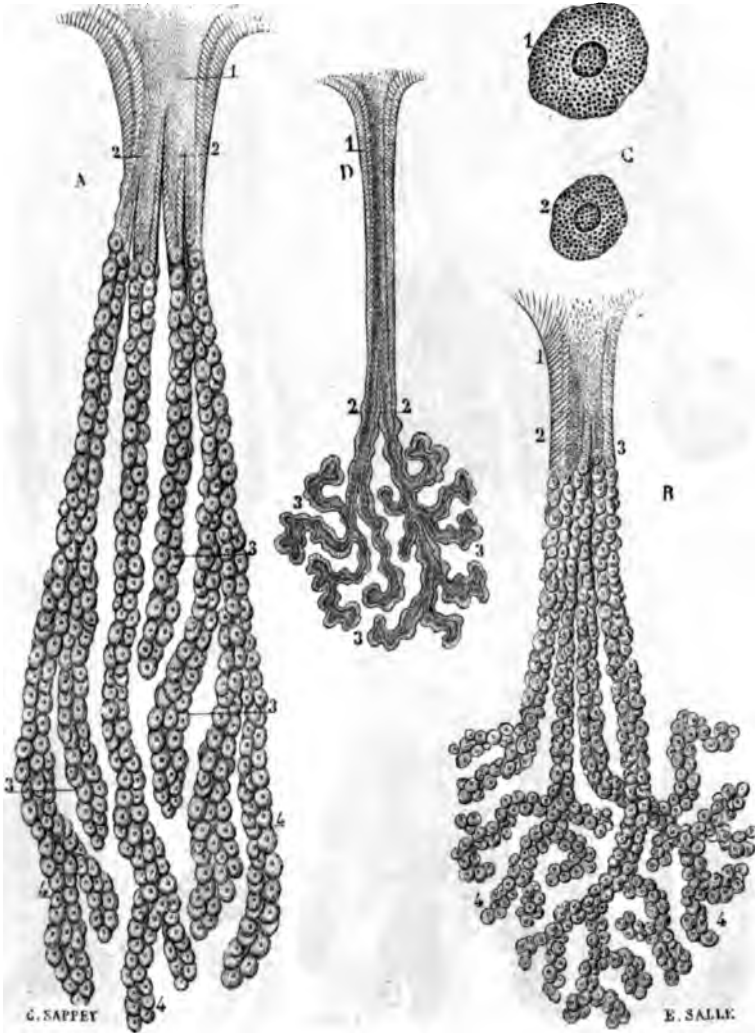


FIG. 269. — Glandes gastriques des solipèdes.

- A. B. C. *Glandes pepsinifères du cheval.* — A. Glande pepsinifère longue.
 B. *Glande pepsinifère courte.* — C. Deux cellules pepsinifères.
 D. *Glande moyenne de la région pylorique.* — 1, son tronc. — 2, 2, ses branches. — 3, 3, 3, leurs divisions terminales, flexueuses et rameuses.

un simple produit d'exhalation qui provient de ces cellules et qui les relie entre elles. Par une de ses faces elle leur adhère ; par l'autre, elle adhère à la trame conjonctive environnante. Elle est extrêmement

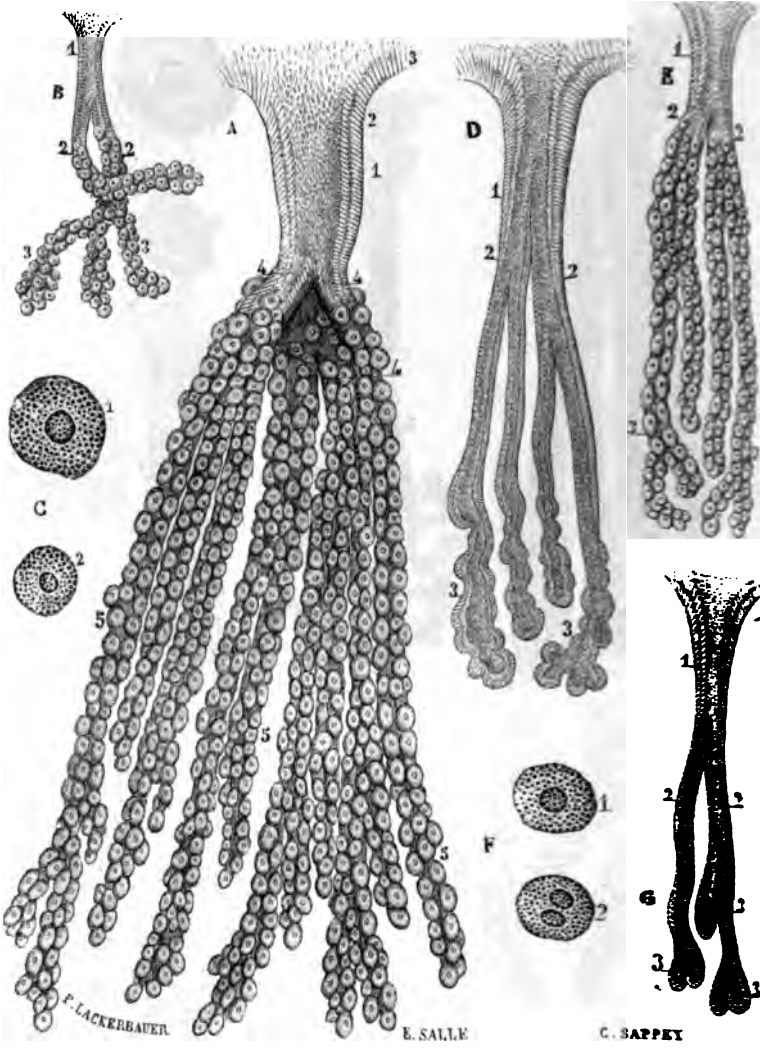


FIG. 270:— Glandes gastriques des pachydermes et des rongeurs.

A. B. C. D. *Glandes de l'estomac du porc.* — A. Glande pepsinifère. — B. Petite glande pepsinifère du cardia. — C. Deux cellules pepsinifères. — D. Glande muqueuse de la région pylorique.

E. F. G. *Glandes de l'estomac du lapin.* — E. Glande pepsinifère. — F. Cellules pepsinifères. — G. Glande muqueuse de la région pylorique.

mince, transparente et d'une grande perméabilité, en sorte que les échanges osmotiques se font très facilement par son intermédiaire.

La trame conjonctive qui l'entoure participe de sa ténuité; elle se

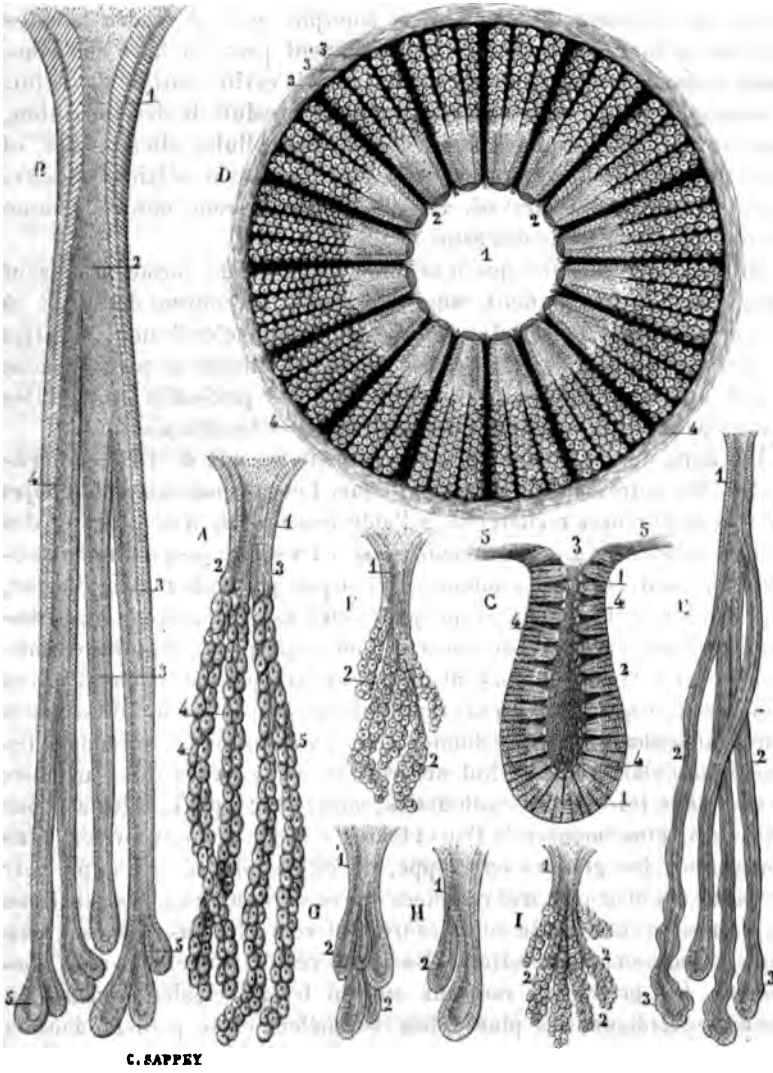


FIG. 271. — Glandes gastriques des ruminants, des oiseaux et des reptiles.

A. Glande pepsinifère de la caillette du bœuf. — B. Glande muqueuse du même estomac. — C. Glande pepsinifère de l'estomac succenturié des oiseaux. — D. Coupe transversale de cet estomac. — E. Glande muqueuse du gésier. — F. G. H. Glandes pepsinifères et muqueuses de la tortue. — I. Glande pepsinifère de la grenouille.

compose de minces faisceaux, sans direction déterminée, auxquels se mêlent de très petites cellules; c'est dans cette trame que se répandent les capillaires sanguins et lymphatiques, et les dernières ramifications des filaments nerveux. Des capillaires artériels partent les principes divers qui traversent la membrane amorphe pour se rendre dans les cellules épithéliales; celles-ci les combinent pour en faire des composés nouveaux et les déposent ensuite dans la cavité centrale des acini. D'autres principes connus sous le nom de produit de décomposition émanent, soit des liquides sécrétés, soit des cellules elles-mêmes, et cheminent en sens inverse pour se rendre dans les capillaires veineux. C'est dans ce double travail, dans ce double courant, que se résume toute l'activité et la vie des acini.

Il importe de rappeler que leur couche épithéliale, formée d'un seul rang et quelquefois de deux rangs de cellules, est souvent doublée à sa face profonde par des cellules plus petites, en voie d'évolution. Car elles ne sont pas immuables; elles se renouvellent en masse ou partiellement à des époques indéterminées; et ces cellules profondes ou cellules jeunes poursuivent alors leur développement et les remplacent.

Les nerfs des glandes en grappe viennent les uns de l'axe cérébro-spinal, les autres du grand sympathique. Leur disposition a été l'objet de très nombreuses recherches. À l'aide des réactifs très dilués et des coupes minces, je me suis attaché aussi à les suivre jusqu'à leur extrémité terminale. Quelques auteurs, Boll et plus particulièrement Pflüger, n'ont pas craint d'annoncer qu'après s'être souvent divisées et anastomosées, leurs dernières divisions s'étendent jusqu'aux cellules épithéliales; que certaines se perdent dans leur protoplasme, et que d'autres s'étendent jusqu'à leur noyau: reproduisant ainsi la célèbre description que Frankenhæuser nous a donnée de la terminaison des nerfs dans les fibres musculaires lisses. Nul observateur n'a suivi les tubes nerveux jusque dans les cellules épithéliales; mais beaucoup d'histologistes ont vu les divisions émanées de l'un et l'autre système nerveux former, dans l'épaisseur des glandes en grappe, de riches plexus; et j'ai pu voir aussi sur ces divisions, très ramifiées et très anastomosées, des ganglions de formes diverses et de volumes très différents, les uns composés d'un assez grand nombre de cellules, les autres réduits à quelques-unes seulement. Les principaux rameaux suivent les principales branches du conduit excréteur; les plus déliés se mêlent et se perdent dans la trame conjonctive qui sert de support aux capillaires sanguins; aucune ne traverse la membrane amorphe des acini.

b. Le conduit excréteur des glandes en grappe est formé de deux couches entre lesquelles il en existe quelquefois une troisième constituée par des fibres musculaires lisses. La couche externe se compose

de fibrilles de nature conjonctive; elle est très molle et très mince sur les rameaux et les premières branches, plus épaisse et plus dense sur le tronc résultant de leur réunion. Elle contient assez souvent des cellules adipeuses dans son épaisseur. La couche interne ou épithéliale se continue avec celle des acini et en diffère quelquefois assez notablement. Elle a aussi pour éléments des cellules plus ou moins allongées et de forme cylindrique ou prismatiques. Mais la cavité qu'elle limite d'abord, toute minime comme celle des acini, augmente assez rapidement et atteint son plus grand diamètre dans la partie terminale du conduit.

La couche musculaire intermédiaire aux précédents n'est pas constante; et sur les conduits qui en sont pourvus elle n'offre pas un égal développement. Ainsi elle fait défaut sur le conduit excréteur de toutes les glandes sébacées, et sur celui de toutes les petites en grappe sous-jacentes aux membranes muqueuses. C'est seulement sur les conduits des glandes plus ou moins volumineuses qu'on l'observe; et encore semble-t-elle manquer dans quelques-uns, comme le conduit pancréatique, par exemple, et comme le canal de Sténon, sur lequel je n'ai pu en trouver aucune trace.

B. — Structure des glandes en tube.

Ces glandes, beaucoup plus nombreuses que les précédentes, nous offrent aussi à considérer leur partie initiale ou sécrétante et leur conduit excréteur.

a. *Partie sécrétante.* — Dans les glandes de cet ordre, la partie qui sécrète ne se distingue pas aussi nettement de celle qui excrète que dans la classe précédente. Quelquefois même l'une et l'autre se continuent sans ligne de démarcation, soit au point de vue morphologique, soit au point de vue histologique. Ainsi, dans toute l'immense série des glandes en tube de l'intestin, la partie sécrétante prend la forme d'un tube arrondi à son extrémité inférieure, se prolongeant par son extrémité opposée jusqu'à la surface libre de la muqueuse, et tapissée sur toute l'étendue de sa cavité par un épithélium cylindrique absolument semblable à celui du canal intestinal.

Sur les glandes en tube de l'estomac, répondant à son extrémité pylorique et produisant un simple mucus, c'est encore le même épithélium qui revêt leur cavité sur toute sa longueur; il ne diffère pas de celui de la muqueuse correspondante.

Mais sur les autres glandes du même viscère, c'est-à-dire sur celles qui sécrètent la pepsine, on observe une ligne de séparation bien accusée entre la partie pepsinifère et le conduit excréteur. La première est

revêtue de grosses cellules sphériques qui remplissent presque entièrement sa cavité, tandis que la seconde est recouverte de cellules cylindriques bien évidentes.

Sur une autre classes de glandes, bien nombreuse aussi, les glandes sudorifères, l'épithélium est un prolongement de la couche nucléée de l'épiderme. Comme les cellules profondes de cette couche nucléée,

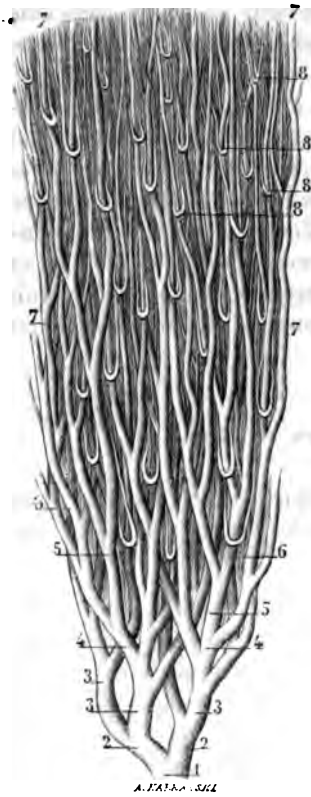


FIG. 272. — Coupe longitudinale de la substance tubuleuse d'un rein.

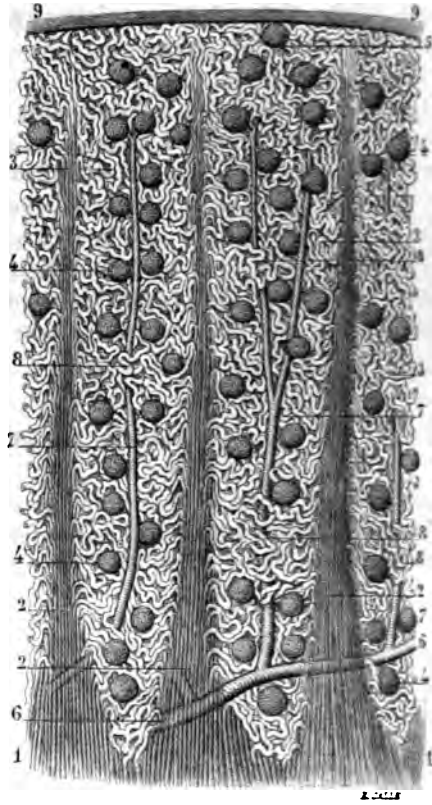


FIG. 273. — Coupe longitudinale de la substance corticale du même rein.

FIG. 272. — 1, tronc d'un tube collecteur. — 2, 3, 4, 5, 6, 7, ses divisions successives. — 8, 8, 8, anses ou arcades à concavité supérieure, dont les deux branches s'entremêlent aux tubes de Bellini, des conduits urinifères.

FIG. 273. — 1, 1, limite de la substance médullaire. — 2, 2, 2, pyramides de Ferrein. — 3, 3, tubes contournés. — 4, 4, glandules de Malpighi ou glomérules du rein entourés de toutes parts par les tubes précédents. — 5, un glomérule très superficiel. — 6, artère croisant les pyramides de Ferrein et donnant son trajet des branches interlobulaires. — 7, 7, artères interlobulaires. — 8, 8, tubes contournés. — 9, 9, enveloppe fibreuse du rein.

elles sont cylindriques sur toute l'étendue du tube qui les compose et perpendiculaire à ce tube.

Sur les conduits séminifères, l'épithélium se compose de cellules sphériques de volumes divers, et sur les cônes efférents, sur l'épididyme

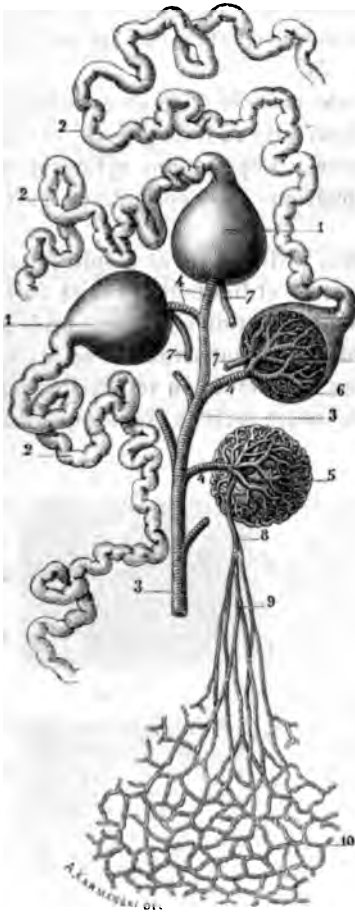


FIG. 274. — Glomérules et conduits urinaires du rein.

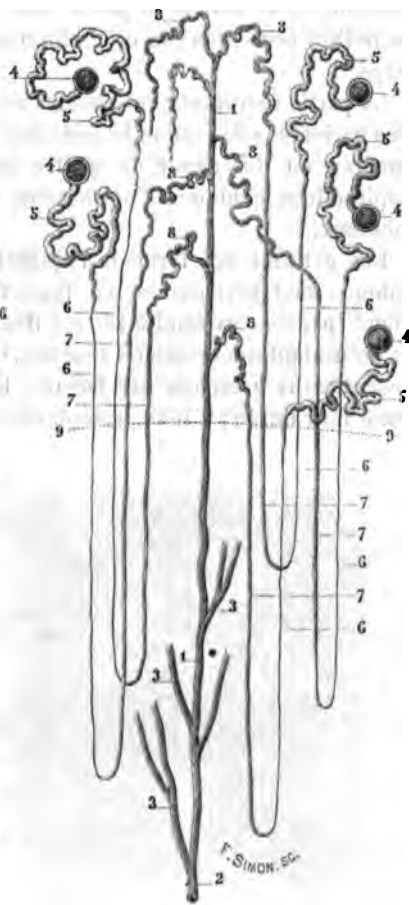


FIG. 275. — Trajet des conduits urinaires.

FIG. 274. — 1, 1, glomérules. — 2, 2, conduits urinaires. — 3, artère interlobulaire. — 4, ses branches. — 5, 5, vaisseaux afférents des glomérules. — 6, leur capsule. — 7, 7, leur vaisseau afférent. — 8, 9, 10, un vaisseau efférent avec ses divisions.

FIG. 275. — 1, un tube de Bellini ou tube collecteur. — 2, son embouchure. — 3, 3, 3, autres tubes collecteurs qui s'abouchent dans le précédent. — 4, 4, 4, glomérules du rein. — 5, 5, 5, tubes contournés qui en partent. — 6, 6, 6, branche descendante des anses de ces tubes. — 7, 7, 7, branche ascendante de ces anses.

et toute la longueur du canal défèrent, de cellules vibratiles. Sur les conduits urinifères il est formé par des cellules plates sur certaines parties de leur trajet et par des cellules cubiques ou cylindriques sur d'autres : ainsi les tubes contournés et la partie ascendante des anses sont tapissés de longues cellules prismatiques qui rétrécissent beaucoup leur cavité; la partie descendante de ces anses et les tubes de Bellini présentent un épithélium pavimenteux, et leur cavité est plus large.

La partie sécrétante des glandes en tube possède donc un épithélium très variable, selon qu'on le considère dans telle ou telle glande; et l'on pourrait en distinguer de quatre espèces: l'épithélium cylindrique, l'épithélium cubique, l'épithélium sphérique et l'épithélium pavimenteux.

Les cellules qui forment l'épithélium cylindrique et l'épithélium cubique sont juxtaposées par leurs facettes et limitent la cavité de la glande par leur extrémité libre. Elles contiennent un noyau très évident et un protoplasme riche en leucytes. Celles qui sont arrondies se juxtaposent, sans présenter des facettes bien distinctes; on voit facilement aussi leur noyau; à leur protoplasme se trouve mêlé le produit qu'elles

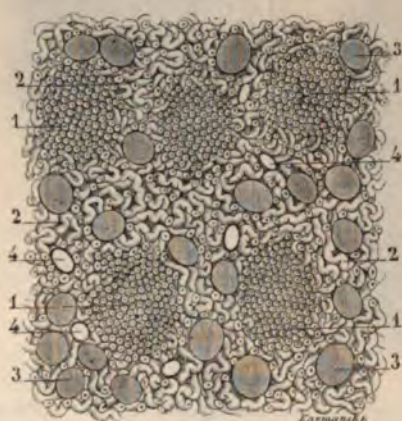


FIG. 276. — Coupe transversale de la substance corticale.

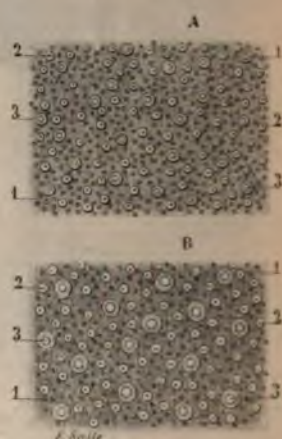


FIG. 277. — Coupe transversale de la substance médullaire.

FIG. 276. — 1, 1, 1, 1, coupe des pyramides de Ferrein. — 2, 2, 2, tubes contournés. — 3, 3, 3, glandules de Malpighi. — 4, 4, 4, coupe des artères radiées.

FIG. 277. — A. Coupe au niveau de la base des pyramides de Malpighi. — 1, 1, coupe de la branche descendante de la portion arciforme. — 2, 2, coupe de la branche ascendante de cette même portion. — 3, 3, coupe des tubes de Bellini.

B. Coupe au niveau de la base des papilles. — 1, 1, branche descendante des anses. — 2, 2, leur branche ascendante. — 3, 3, coupe des tubes de Bellini.

sécrètent. Celles qui prennent la forme pavimenteuse sont polygonales et se juxtaposent par leurs bords.

Membrane amorphe ou membrane propre. — Elle recouvre la couche épithéliale à laquelle elle adhère et qu'elle consolide. Comme celle des glandes en grappe, elle ne présente aucune trace de structure. Elle est mince, homogène, hyaline et absolument dépourvue de noyaux; les cellules et fibrilles que quelques auteurs lui ont attribuées, en la considérant comme une simple modification d'un tissu conjonctif fibrillaire, n'existent pas.

Éléments accessoires. — Sur tout le trajet de la membrane propre et l'entourant complètement, est disposée une mince couche de tissu conjonctif fin et peu consistant, variable du reste selon les glandes et selon leur degré de développement. C'est dans cette lamelle, qui relie entre eux tous les tubes de même nature et toutes leurs flexuosités, que serpentent les capillaires artériels et veineux, et aussi quelques vaisseaux plus importants avec lesquels ils communiquent. Des ramifications nerveuses provenant des deux systèmes nerveux, et plus spécialement du grand sympathique, se mêlent aux ramuscules sanguins.

Des fibres musculaires lisses s'ajoutent-elles aux éléments qui pré-

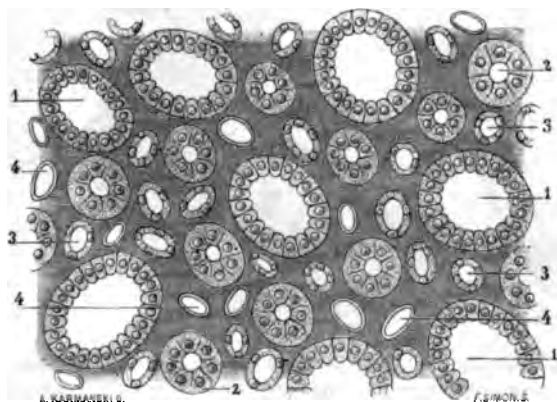


FIG. 278. — Coupe transversale de la substance médullaire portant sur la base des papilles (gross. de 350 diam.).

1, 1, 1, coupe des tubes collecteurs, leur diamètre, leur cavité, d'autant plus grande, qu'ils se trouvent plus rapprochés du sommet des papilles, leur épithélium composé de cellules cylindriques. — 2, 2, coupe de la branche ascendante de la portion arciforme des conduits urinifères, dont les cellules circonscrivent une cavité de très petit diamètre. — 3, 3, coupe de la branche descendante de cette portion arciforme; sa cavité diffère de celle de la précédente par son diamètre un peu plus grand bien que son volume soit très petit, ce qui tient à la forme aplatie de ses cellules. — 4, 4, coupe des artérioles et des veinules disséminées et anastomosées dans l'épaisseur de la substance tubuleuse.

cèdent, je ne le pense pas. Cependant quelques auteurs disent les avoir vues sur les glandes sudorifères ; je crois en avoir aperçu aussi quelques traces, qui ne m'ont pas entièrement convaincu. Elles font défaut sur les conduits séminifères et sur les tubes urinifères.

b. *Conduits excréteurs.* — Les conduits qui partent des glandes en tube différent beaucoup de ceux qui naissent des glandes en grappe. Ils sont plus longs, plus larges, présentent des parois plus épaisses et offrent une structure plus compliquée. On peut facilement leur distinguer trois couches.

La plus interne, ou *couche épithéliale*, est souvent appelée aussi *couche muqueuse*. Mais cette dernière dénomination ne lui convient plus depuis qu'elle est mieux connue. Elle n'a pour tout élément que des cellules épithéliales différemment conformées dans les divers conduits. Sur les uretères l'épithélium est pavimenteux, et pavimenteux



FIG. 279. — Le testicule, ses lobes ; ses vaisseaux efférents ; épидидyme ; vas aberrans ; canal déférent.

FIG. 280. — L'un des canaux efférents.

FIG. 279. — *Les canaux séminifères vus dans leur ensemble et leur continuité.* — 1, 1, 1, lobes et conduits séminifères du testicule. — 2, rete vasculosum testis. — 3, 3, canaux efférents. — 4, 4, 4, canal de l'épididyme. — 5, vas aberrans. — 6, extrémité par laquelle il vient s'ouvrir dans le canal de l'épididyme. — 7, 7, origine ou partie sinueuse du canal déférent. — 8, ce même canal qui a pris un volume plus considérable et une direction rectiligne.

FIG. 280. — *L'un des canaux efférents vu à un grossissement de trois diamètres.* — 1, son origine, remarquable par son calibre plus grand et sa direction rectiligne. — 2, premières flexuosités du canal. — 3, 3, cône formé par l'entassement de ses flexuosités terminales. — 4, ce même conduit s'ouvrant dans le canal de l'épididyme. — 5, 5, une partie du canal de l'épididyme qui a été déroulée au niveau de l'embouchure du canal efférent.

aussi sur l'urèthre. Il offre également la forme pavimenteuse sur les premières radicules du canal hépatique. Mais, aussitôt que ces radicules prennent un calibre un peu plus grand, il passe de l'état pavimenteux à l'état cylindrique. Sur les conduits des glandes génitales il devient vibratile; tel est celui du canal déférent et tel est celui aussi des trompes utérines.

En dehors de la couche épithéliale, ce n'est plus une simple membrane amorphe qu'on rencontre, mais une couche, beaucoup plus épaisse, fibro-vasculaire. Cette seconde couche s'unit étroitement à la couche épithéliale. Aux fibrilles conjonctivales qu'on observe sur les canalicules sécréteurs succèdent sur les conduits qui les prolongent

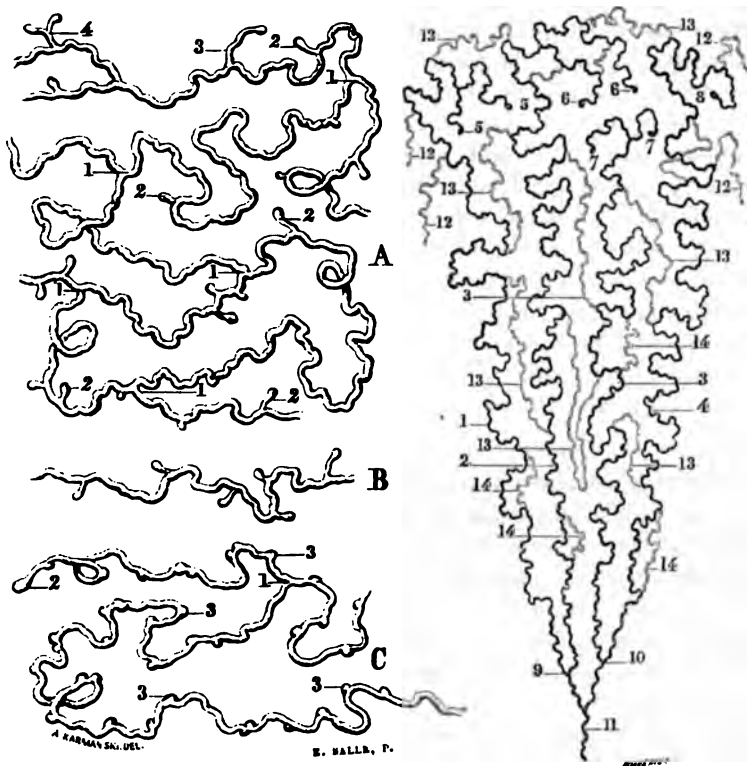


FIG. 281. — Cæcum des conduits séminifères.

FIG. 282. — Un lobe du testicule.

FIG. 281. — A. — 1, 1, 1, anastomoses. — 2, 2, 3, cæcums — 4, un cæcum bifide.
 B. Un court tronçon de conduit séminifère sur lequel il existe six cæcums.
 C. Conduit séminifère présentant des renflements ampulliformes très nombreux.

FIG. 282. — 1, 2, 3, 4, les quatre conduits du même lobe. — 5, 6, 7, 8, origine de ces conduits. — 9, 10, leur réunion. — 11, leur tronc commun. — 12, anastomoses unissant les lobes. — 13, anastomoses unissant les conduits. — 14, anastomoses unissant deux parties du même conduit.

des faisceaux conjonctifs plus résistants, dans l'intervalle desquels se montrent des artérioles, des veinules et des ramifications nerveuses en grand nombre provenant surtout du grand sympathique, et quelquefois aussi des vésicules adipeuses.

La troisième couche des conduits excréteurs est constituée par des fibres musculaires lisses. Celles-ci se disposent tantôt sur un seul plan et tantôt sur deux plans réciproquement perpendiculaires. Sur le canal hépatique et le canal cystique on n'observe qu'un seul plan, composé de fibres circulaires. Sur les trompes il existe un plan profond circulaire et un plan superficiel longitudinal. Sur les uretères et les canaux déférents à ces deux plans s'ajoutent des faisceaux obliquement dirigés, qui donnent à la couche musculaire une disposition plexiforme, disposition qu'on retrouve autour de la portion spongieuse de la muqueuse uréthrale. La portion membraneuse de l'urèthre est entourée d'une épaisse couche de fibres musculaires striées.

On pourrait croire, d'après la description qui précède, que les couches moyenne et externe sont superposées; mais il n'en est pas ainsi. Elles sont intimement mélangées; et souvent même c'est la couche fibro-vasculaire qui recouvre la couche musculaire ou qui du moins la déborde assez pour la recouvrir en partie.

Quelques conduits excréteurs sont pourvus de glandes: tels sont le conduit hépatique, le canal cystique et le canal de l'urèthre dans les deux sexes. Toutes sont des glandules en grappe. On n'en rencontre jamais la moindre trace dans les uretères, ni dans les canaux déférents, ni dans les trompes utérines.

Réservoirs annexés aux conduits excréteurs. — Quatre glandes seulement possèdent un réservoir dans lequel se dépose et séjourne plus ou moins longtemps le produit de leur sécrétion. La vésicule biliaire représente celui du foie, la vessie celui des reins, les vésicules séminales ceux des testicules et l'utérus celui des ovaires. Chacun de ces réservoirs est tapissé d'une couche épithéliale semblable à celle des conduits dont ils dépendent. Chacun d'eux aussi est essentiellement constitué par une tunique fibro-vasculaire à laquelle se mêlent des faisceaux de fibres musculaires lisses. Cette tunique est extrêmement mince pour le réservoir de la bile, qui seul possède une membrane muqueuse. Mais cette tunique est plus développée sur les vésicules séminales, plus encore sur la vessie et atteint sa plus grande épaisseur sur l'utérus. Tous ces réservoirs sont riches en ramuscules vasculaires et nerveux. Ceux-ci proviennent à peu près exclusivement des ganglions du grand sympathique.

c. *Vaisseaux lymphatiques des glandes.* — Le point de départ et le mode d'origine des vaisseaux lymphatiques des glandes étaient restés

fort problématiques jusqu'en 1851. Une série d'études, poursuivie à cette époque sur les glandes des diverses classes, m'a permis de démontrer qu'ils naissent de toute l'étendue des voies sécrétoires et excrétoires. Dans un travail communiqué alors à l'Académie des sciences, je résumais ainsi mes recherches :

Les vaisseaux lymphatiques des glandes naissent de la tunique externe des tubes et utricules. Ils émanent des culs-de-sac glandulaires par des radicules déliées et anastomosées, formant sur toute l'étendue des voies sécrétoires un réseau délicat dont les mailles s'entremêlent à celles des capillaires sanguins.

Ce réseau *interne, central* ou *intra-lobulaire* devient le point de départ d'un très grand nombre de ramuscules qui se dirigent du centre des lobules vers leur périphérie, et qui, parvenus à cette limite, s'unissent à leur tour pour constituer un second réseau que j'appelle par opposition au précédent : *réseau externe, périphérique* ou *circumlobulaire*.

Ce second réseau échange avec ceux des lobules voisins des anastomoses extrêmement nombreuses, d'où il suit que le système lymphatique

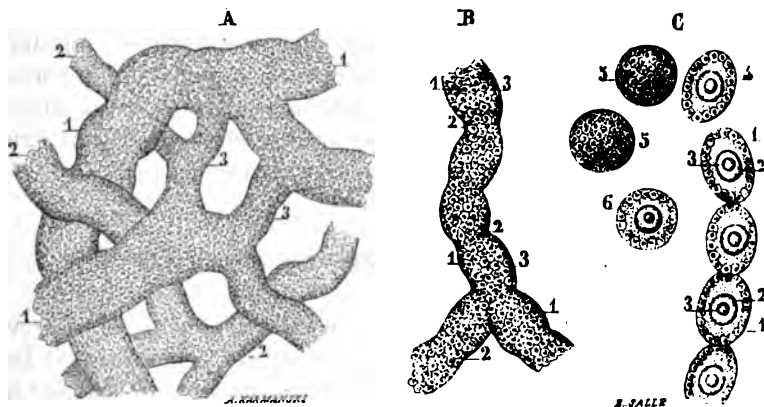


FIG. 283. — Développement de l'ovaire; ovisacs et ovules.

A. Tubes épithéliaux de volumes différents formant par leurs anastomoses un réseau. — 1, 1, tubes volumineux. — 2, 2, 2, tubes plus petits. — 3, 3, anastomoses de ces tubes.

B. Un tube épithélial sur lequel apparaissent les étranglements qui séparent les ovisacs. — 1, 1, ovisacs allongés et prenant une forme ovoïde. — 2, 2, 2, étranglements qui les séparent. — 3, 3, membrane propre du tube.

C. Un tube dont les ovules s'égrènent. — 1, 1, une partie du tube dont les ovisacs ne sont pas encore complètement séparés. — 2, 2, ovules occupant le centre de ces ovisacs. — 3, 3, vésicule germinative. — 4, ovisac isolé, mais conservant encore sa forme ovoïde. — 5, ovisacs plus anciens, de forme sphérique. — 6, un ovisac sphérique au centre duquel on distingue l'ovule.

tique propre à chaque glande n'est en définitive qu'un vaste plexus dans les mailles duquel les lobules acineux et tubuleux sont comme déposés.

Du réseau périphérique naissent des branches qui cheminent entre les lobules, *branches interlobulaires*. A celles-ci succèdent des troncs qui se dirigent vers la surface de la glande, qui rampent alors sur celle-ci, et qui, après un trajet d'une étendue variable, s'en détachent pour aller se terminer dans les ganglions les plus voisins (1).

Ainsi se comportent les vaisseaux lymphatiques sur les glandes où leur origine et leur trajet peuvent être facilement observés. Parmi les glandes en grappe, je citerai plus particulièrement la mamelle, et le foie parmi les glandes en tube.

Quant aux conduits excréteurs, j'ai pu voir aussi ces vaisseaux sur toute l'étendue de leur trajet. Au nombre de ceux-ci, je mentionnerai le canal hépatique, le canal de l'urèthre et les canaux déférents.

Parmi les glandes en grappe, il en est dans lesquelles ces vaisseaux n'ont pas encore été constatés: telles sont les glandes salivaires. Mais tous les faits connus semblent concorder pour nous porter à admettre leur existence comme très vraisemblable. L'extrême difficulté de leur étude les a dérobés sans doute à nos recherches. Sur le pancréas qui est une glande du même ordre, ils sont aussi très difficiles à injecter. Deux fois cependant j'ai réussi à les mettre en complète évidence: mais j'avais bien souvent échoué. Un jour arrivera aussi où un anatomiste plus heureux que ses prédécesseurs constatera clairement leur existence sur les glandes où ils n'ont pas encore été aperçus.

§ 5. — PROPRIÉTÉS DES GLANDES; PROCÉDÉS D'ÉTUDE.

A. Propriétés. — Toutes les glandes n'offrent pas la même couleur. La plupart des glandes en grappe sont d'un gris blanchâtre, et les glandes sudorifères et sébacées d'un blanc jaunâtre, qui tranche sur le fond blanc et transparent des préparations, et qui rend leur étude très facile. Les testicules, les ovaires présentent une couleur blanche; le foie et les reins une couleur d'un brun foncé. Le principe de ces différentes nuances semble résider dans leur épithélium; car pour toutes, la membrane propre et la couche externe sont d'une coloration à peu près semblable.

Leur consistance est inégale. Les glandes en tube en sont presque entièrement dépourvues. Celles de l'intestin et de l'estomac sont surtout d'une mollesse extrême. Les autres offrent une fermeté un peu plus

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIV, p. 987.

grande, mais se laissent encore déprimer sous le moindre effort, en sorte qu'on les voit se mouler sur toutes les saillies ou dépressions de leur voisinage. Seules les glandes à réservoir possèdent une forme qui leur est propre, et qui reste indépendante des parties avec lesquelles elles se trouvent en rapport; et cependant le foie, bien qu'il présente une certaine fermeté, se moule aussi sur les viscères environnants.

Ces organes ne réagissent pas sur les causes qui tendent à les déprimer; ils en gardent l'empreinte, ou ne reviennent que lentement à leur mode de configuration. On peut dire qu'ils ont pour attribut commun un défaut à peu près complet d'élasticité.

B. Action des réactifs et procédés d'étude. — Soumises à l'action des réactifs dilués, les glandes subissent plusieurs modifications importantes. Leurs divers éléments s'espacent un peu et deviennent plus apparents. Sur des coupes minces on peut étudier leur mode d'arrangement, et les cellules des acini et des tubes. Il devient possible aussi de suivre les nerfs qui se perdent dans leur épaisseur.

Sous l'influence de l'ébullition, les glandes prennent un aspect bien différent. Elles se rétractent en masse, perdent la plus grande partie de leur volume, deviennent alors fermes, très résistantes et aussi très élastiques. C'est dans ces conditions qu'il convient de procéder à leur étude. Il faut alors faire usage de réactifs plus ou moins énergiques. Mais on peut suivre deux méthodes différentes. La plus simple consiste à les immerger pendant un ou deux mois dans l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique au 20° additionné d'un dixième d'acide acétique; après une durée qui varie, les glandes se dissocient, se laissent séparer, et se montrent dans tous leurs principaux détails.

Au lieu d'avoir recours à cette méthode lente, on peut, après quelques jours d'immersion, ou même immédiatement après l'ébullition dans l'eau simple, les faire bouillir dans un réactif acidulé; on parvient ainsi à isoler leurs lobes et lobules beaucoup plus rapidement. C'est par ces procédés, que chacun peut modifier un peu selon ses inspirations, que je suis arrivé à une dissociation complète des glandes les plus molles, comme celles de l'estomac par exemple.

Mais cette méthode des dissociations s'applique aussi à presque toutes les autres; seulement pour beaucoup d'entre elles et particulièrement pour celles de la peau, il convient de plonger des lambeaux cutanés dans la solution que j'ai fait connaître: acide chlorhydrique au 5°, neuf parties; acide acétique, une partie. Après quelques jours d'immersion, on fait bouillir ces mêmes lambeaux dans l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique au 20° pendant quelques minutes; on les voit presque aussitôt se rétracter, se contourner, devenir d'une extrême dureté, puis se ramollir subitement; il faut alors les soumettre à un

courant d'eau froide pour arrêter le ramollissement ; puis les déposer, soit dans l'acide acétique au 100°, soit dans une solution composée d'une partie de celle qui précède, et d'une partie de glycérine.

§ 6. — FONCTIONS DES GLANDES.

Si les glandes diffèrent beaucoup par leur structure, elles ne diffèrent pas moins par leurs propriétés physiologiques. Pour les unes, la sécrétion est permanente ; pour les autres, elle est intermittente.

Ainsi, celles qui répandent sur les muqueuses un simple mucus sont pour la plupart en permanence d'action : telles sont les glandes qui se trouvent échelonnées sur la muqueuse nasale, sur la muqueuse laryngée, sur la trachée, en un mot, sur toute l'étendue des voies respiratoires ; le courant d'air atmosphérique qui les parcourt étant continu, il importait que le mucus destiné à les maintenir dans leur état normal d'humidité fût aussi constamment renouvelé à mesure que ce courant l'emporte.

Il en est de même pour les glandes de la conjonctive et les glandes lacrymales ; la cornée cesserait bientôt d'être transparente si elle n'était continuellement humectée. Les glandes mammaires, dans l'état de lactation, sont aussi en permanence d'activité. Les glandes sébacées se comportent de même. Bien que les liquides gras soient peu volatils, ils le sont aussi dans une certaine limite, et, pour remplir leur destination, qui consiste à conserver à chaque poil sa complète indépendance, les produits qu'elles sécrètent se renouvellent à mesure qu'ils se raréfient. Nous avons vu qu'entre le système pileux et le système corné, c'est la soudure des poils qui fait toute la différence : ceux qui forment le sabot du cheval ne possèdent pas de glandes sébacées ; ils se soudent ; ceux qui couvrent la peau restent indépendants, grâce surtout à la matière sébacée qui les protège et les sépare.

A cette première classe de glandes en activité permanente, s'en ajoutent deux autres : l'une dont l'action est continue aussi, mais entrecoupée d'exacerbations périodiques, et l'autre dont les fonctions présentent un caractère nettement intermittent.

Les glandes dont l'action se ralentit et s'accélère tour à tour, sont moins nombreuses que les précédentes. A cette classe on peut rattacher les glandes sudorifères, les glandes lacrymales, les glandes salivaires, et aussi celles qui sécrètent la liqueur séminale. Leur activité n'est jamais entièrement suspendue ; mais, sous l'influence de causes qui varient pour chacune d'elles, on les voit toutes sécréter, dans certains moments, une plus grande abondance de liquide. Elles sommeillaient, et soudain elles se réveillent ; puis, à cette suractivité succède un

ralentissement d'énergie qui se prolonge jusqu'au retour des causes qui l'avaient provoquée. Les grandes sueurs cessent lorsque la température s'abaisse ; les larmes s'arrêtent lorsque l'émotion qui en avait déterminé l'écoulement s'est calmée ; les glandes salivaires deviennent moins actives lorsque les aliments ne sollicitent plus la sécrétion de la salive. Il en est de même des glandes séminales ; elles se calment lorsqu'elles ne se trouvent plus sous l'influence de l'excitant qui avait imprimé une plus grande énergie à leurs fonctions.

Remarquons que la suractivité des premières est due à une cause toute physique et celle des autres à une cause physiologique. Les deux systèmes nerveux semblent intervenir dans ce phénomène. Pour les glandes lacrymales, salivaires et séminales, c'est d'abord celui de la vie animale qui entre en jeu ; à son action succède celle du grand sympathique, qui préside plus spécialement au phénomène de la sécrétion.

Les glandes à fonctions intermittentes appartiennent toutes à la classe des glandes en tube. Au premier rang parmi celles-ci, nous trouvons les glandes de l'estomac et celles de l'intestin grêle. Les unes et les autres subissent alors une sorte d'éréthisme due à la présence des aliments ; leurs capillaires se remplissent de sang, la muqueuse prend une couleur rouge ou rosée ; et, pendant toute la durée de la digestion, elles sécrètent une abondante quantité de liquides qu'elles versent dans la pâte alimentaire.

Leur activité se réveille au retour de chaque repas, et se prolonge aussi longtemps que les aliments restent en contact avec la muqueuse. Ceux-ci digérés et disparaissant, elle cesse à peu près complètement. Ce sont d'abord les glandes gastriques qui rentrent dans l'état de repos ; puis celles de l'intestin, en sorte que leurs fonctions se succèdent et se trouvent subordonnées à la marche des aliments.

Comparées aux glandes précédentes, elles en diffèrent : par l'abondance beaucoup plus grande des produits qu'elles sécrètent dans un temps donné, par leur action plus énergique aussi, et par leur subordination exclusive au système nerveux de la vie organique.

§ 7. — DÉVELOPPEMENT DES GLANDES.

Étudiées dans leur développement, les glandes se divisent en trois principaux groupes : celles qui dépendent des membranes papillaires, celles qui se rattachent aux muqueuses cribiformes et celles qui présentent un développement spécial.

Le mode d'évolution de ces trois groupes étant très différent, chacun d'eux fixera successivement notre attention.

A. — Développement des glandes des membranes papillaires.

A cette classe de glandes appartiennent celles de la peau, celles des muqueuses buccale, pharyngienne et œsophagienne, et celles aussi de la muqueuse uréthrale.

A la peau sont annexées les glandes sudorifères, les glandes sébacées et les glandes mammaires.

a. — Nous avons vu que les glandes sudorifères ont pour origine un bourgeon de la couche muqueuse de l'épiderme, et nous avons suivi ce bourgeon dans les phases successives de son développement. Après s'être allongé au point de prendre la forme d'un cylindre, il se creuse d'une cavité par suite de la résorption de ses cellules centrales. La cavité s'allongeant à son tour, descend jusque dans le tissu conjonctif sous-cutané, se replie alors par son extrémité profonde qui forme le glomérule, puis traverse l'épiderme par son extrémité opposée, et s'ouvre ainsi à la surface de la peau. Le tissu conjonctif de la peau, avec ses artérioles, ses veinules et ses nerfs, constitue la couche externe de ces glandes.

b. — Celles qui sécrètent la matière sébacée se développent par le même processus : seulement, le bourgeon qui en représente le point de départ ne vient pas directement de l'épiderme, mais du bourgeon qui a donné naissance au poil correspondant. Ce bourgeon de bourgeon, s'il ne naît pas immédiatement de la couche de Malpighi, s'en trouve du moins très rapproché, puisqu'il occupe la partie la plus superficielle et la plus dense du derme. Une fois formé, il se comporte comme celui qui représente les glandes sudorifères à leur début. Il s'allonge aussi, traverse la paroi du follicule fibreux auquel il est annexé, mais reste toujours dans l'épaisseur du derme. Il y a donc un moment où on le voit sortir des parois du follicule, qu'il déborde à peine à son apparition, mais au delà duquel il se prolonge bientôt en s'effilant et en prenant la forme d'un cône. Le sommet du cône représente son futur conduit excréteur, et sa base la glande proprement dite. La méthode des dissociations, en ramollissant le derme qui la voilait, la rend transparente, bien évidente et permet de la suivre très facilement dans toutes les phases de son développement.

Dès que le bourgeon a pénétré dans l'épaisseur du derme, on voit naître de sa base des bourgeons secondaires, au nombre de deux ou trois, et souvent plus nombreux. Mais, pour la plupart des glandes de cet ordre, ces bourgeons secondaires se multiplient peu. Assez fréquemment, le bourgeon primitif n'en donne pas d'autres ; il se prolonge et se renfle seulement plus ou moins.

Les cellules nucléées qui composent ces bourgeons se ramollissent aussi dans sa partie centrale, mais ne sont pas résorbées. En se ramollissant, elles se transforment en cellules grasses de volume très divers; les plus grosses en occupent le centre et continuent à se ramollir; les autres, plus petites et de formation plus récente, répondent aux parois de la glande. Un tissu conjonctif, contenant des capillaires sanguins et des ramifications nerveuses venues du grand sympathique, forment leur tunique externe, très mince et transparente.

Les glandes mammaires qui, par leur forme, par leur contenu et par leurs fonctions, se rapprochent si manifestement des glandes précédentes, partagent aussi leur mode d'évolution. Deux histologistes ont plus particulièrement contribué à élucider ce point important d'embryologie, d'abord Langer et, un peu plus tard, Kolliker.

Un premier fait découle de leurs recherches. J'ai démontré que la mamelle est formée, dans l'âge adulte, d'un certain nombre de glandules qui toutes viennent s'ouvrir sur le mamelon, et qui sont indépendantes aussi plus profondément et dans toute leur étendue. Or il n'en est pas ainsi au début de leur formation. Dans cette première période, la glande se compose d'un seul bourgeon naissant de la couche de Malpighi. Après un court trajet, ce bourgeon primitif se recouvre de bourgeons secondaires qui naissent de sa périphérie en s'irradiant, les uns très courts, les autres plus longs, et qui se terminent, pour la plupart, par un renflement de forme irrégulière.

Dans la seconde période de son développement, le bourgeon, primitivement unique, se creuse de cavités dans ses parties profondes; et ces cavités se prolongeant jusqu'à son point de départ, c'est-à-dire jusqu'à la peau, divisent la glande, d'abord unique, en autant de glandules indépendantes, représentant chacune un conduit galactophore. Les parois de ces conduits sont revêtues d'un épithélium cylindrique.

Dans une troisième période, on voit se développer autour de l'embouchure des conduits lactifères des faisceaux de fibres musculaires lisses, les uns longitudinaux, d'autres transversaux, et quelques-uns obliques en sens divers, qui entourent les conduits, en les croisant sur tout leur parcours. C'est alors que le mamelon commence à se dessiner en formant une saillie nettement délimitée. Alors aussi se montre le muscle *sous-aréolaire* qui circonscrit cette saillie.

Ce mode de développement de la glande mammaire se trouve confirmé par les remarquables modifications qu'elle subit pendant la durée de ses fonctions. Ch. Robin, le premier, a constaté que pendant le repos de la glande, c'est-à-dire lorsqu'elle n'est plus en état de lactation, les lobules disparaissent; les conduits qui en partent se rétractent de leur origine vers le mamelon, de telle sorte qu'elle n'est plus représentée alors que par

la partie terminale de ceux-ci. La glande proprement dite disparaît, et revient pour ainsi dire à l'état fœtal. Puis, lorsque survient une nouvelle période de lactation, tous ces conduits s'allongent, se ramifient, se multiplient et retrouvent leurs lobules. Ainsi la mamelle, selon qu'elle fonctionne ou cesse de fonctionner, se reconstitue ou s'atrophie tour à tour. De mon côté, j'ai pu voir aussi ces modifications si profondes, qui pourraient faire croire, non seulement à l'atrophie, mais à la disparition à peu près complète de la glande. Chez les femmes aux puissantes mamelles et jeunes encore, on ne trouve plus au-dessous du mamelon que deux ou trois vestiges de conduits glandulaires.

c. Glandes acineuses des muqueuses papillaires. — Le processus sur lequel je viens d'insister en parlant des glandes annexées à la peau, s'applique dans tous ses détails aux glandes en grappe des muqueuses papillaires. Les glandes lacrymales, les glandes de Meibomius, toutes les glandes salivaires, les plus grosses comme les petites, comme celles par exemple qui sont situées sous la muqueuse labiale, procèdent dans leur évolution par des bourgeons pleins, partant de la couche épithéliale, et d'abord simples, mais se divisant bientôt et produisant ainsi une sorte d'arbuscule d'une certaine élégance. Dans les bourgeons de second ordre les cellules centrales se liquéfient; de là une cavité qui se prolonge par ses deux extrémités, et qui ne tarde pas à s'ouvrir sur la muqueuse. Ces différentes phases de leur développement ont été bien observées par plusieurs embryologistes, et plus spécialement par Kolliker.

B. — Développement des glandes des muqueuses cribiformes.

Pour l'étude du développement de ces glandes, il importe de connaître l'état primitif des muqueuses qui s'étendent du cardia à l'orifice anal. Nous avons vu que ces muqueuses sont au nombre de trois : celle de l'estomac, celle de l'intestin grêle et celle du gros intestin. La seconde, chez l'adulte, est surtout caractérisée par ses villosités et ses glandes en tubes toutes très simples.

Mais la première et la dernière diffèrent beaucoup selon qu'on les considère à l'état embryonnaire ou dans l'âge adulte. Après leur complet développement, elles sont absolument dépourvues de toutes saillies. Leur surface libre est unie sur toute leur étendue. Au début de leur formation, il n'en est pas ainsi. L'une et l'autre se montrent alors hérissées d'innombrables villosités à peu près semblables à celles de l'intestin grêle, en sorte que les trois muqueuses cribiformes sont constituées sur le même type. A mesure qu'elles se développent, on voit les villosités de l'intestin grêle s'allonger de plus en plus, et

celles des deux autres s'atrophier au contraire. A la naissance, elles ont déjà disparu sur la muqueuse gastrique; mais il en reste encore des vestiges bien apparents sur la muqueuse du gros intestin. C'est un fait que j'ai pu bien souvent constater.

Ces notions préliminaires rappelées, abordons l'étude de l'évolution des glandes. Elles commencent à se montrer au troisième mois de la vie intra-utérine chez l'homme. Entre les villosités principales, il en existe de plus petites. Celles-ci s'unissent par leurs bords. De leur union résultent de très minimes dépressions : c'est le premier vestige des glandes en tubes. Ces glandes se présentent donc alors sous l'aspect d'alvéoles microscopiques dont l'orifice est surmonté de saillies inégales. Bientôt ces saillies deviennent le siège de modifications inverses sur l'intestin grêle et sur les deux autres muqueuses. Sur l'intestin grêle elles continuent de se développer, d'où il suit que les glandules et les villosités s'allongent simultanément, les premières en descendant, les secondes en s'élevant; sur l'estomac et le gros intestin elles s'atrophient peu à peu, puis disparaissent à la naissance ou quelques mois plus tard. Les glandes restent seules et s'ouvrent sur une surface lisse. Les muqueuses augmentant d'épaisseur, elles s'allongent progressivement; celles de l'estomac surtout s'allongent beaucoup et se ramifient en s'allongeant.

Les glandes situées dans l'épaisseur des muqueuses cribiformes ont donc pour origine des fossettes circonscrites par des villosités embryonnaires; en d'autres termes, elles naissent par des cavités qui s'allongent de la surface libre vers la surface adhérente de ces membranes. Leur mode d'évolution, par conséquent, est bien différent de celui des glandes en grappe.

Le processus qui préside au développement des glandes intra-muqueuses s'applique-t-il aussi aux grosses glandes comme le foie et le pancréas? Toutes les recherches tendent à démontrer que ces glandes naissent, en effet, par des prolongements creux qui partent de la muqueuse intestinale et qui, d'abord simples saillies excavées, s'allongent en se divisant et subdivisant. Selon Götte et Remak, le foie, chez le poulet, se montre dans la première moitié du troisième jour sous la forme de deux culs-de-sac appelés *canaux hépatiques primitifs* de Remak. Ces deux canaux ont été observés sur le chien par Bichoff, et sur le lapin par Kolliker qui d'abord n'en a distingué qu'un et qui plus tard a pu en voir un second. De ces canaux naissent par voie de bourgeonnement des divisions qui augmentent de nombre et de calibre et qu'entourent des lobules dont les dimensions s'accroissent aussi progressivement et rapidement.

Le pancréas présente le même mode de genèse. Bichoff a vu sur un embryon de veau un renflement de la paroi de l'intestin qui était creux

et dont la cavité se prolongeait sous la forme d'un canal qui bientôt se bifurquait. Kolliker, chez le lapin, a observé des faits analogues : le canal primitif portait des canalicules tapissés de cellules cylindriques qu'entouraient des lobules encore transparents.

La plupart des documents recueillis jusqu'à ce jour tendent à établir que le foie et le pancréas se développent chez l'homme comme chez les mammifères.

C. — Des glandes qui offrent un mode de développement exceptionnel.

Trois glandes importantes rentrent dans ce dernier groupe : le rein, le testicule et l'ovaire.

Leur état primitif a été étudié précédemment. Leur évolution se lie de la manière la plus intime à celle des canaux de Wolff et de Muller. Nous avons exposé en parlant de ces organes et des muqueuses génitale et vésicale tous les faits qui se rattachent à ce point d'embryologie ; il nous suffira donc de les rappeler ici brièvement.

a. *Rein et uretère.* — Le rein permanent n'apparaît qu'à la fin du quatrième jour. De même que le rein temporaire, il est précédé par son conduit excréteur. Celui-ci prend naissance sur les parties latérales du cloaque ; il s'élève en cheminant dans le mésoderme jusqu'au niveau de la région lombaire. On voit alors naître de son extrémité supérieure des canaux secondaires perpendiculaires au canal principal, se dirigeant de dehors en dedans : ce sont les canalicules urinaires, d'abord larges et peu nombreux, mais qui se multiplient presque aussitôt en se divisant dichotomiquement. Un peu plus tard ils se dépriment à leur partie terminale et prennent la forme d'une cupule dans laquelle vient se loger une anse vasculaire (voy. p. 746).

b. *Glandes génitales.* — Elles se développent aux dépens d'un renflement situé à la partie interne du corps de Wolff et connu sous le nom d'*éminence sexuelle*. Cette éminence se compose de cellules ; parmi celles-ci quelques-unes se distinguent par leur volume plus grand et leur noyau plus réfringent : ce sont les *ovules primitifs*, qu'on observe chez l'embryon mâle comme chez l'embryon femelle. Les attributs propres à l'un et à l'autre ne se montrent qu'au quatrième mois. Chez l'embryon femelle les ovules continuent de se développer. Chez l'embryon mâle ils s'atrophient ; un autre renflement se forme aux dépens des cellules du mésoderme et représente le testicule : son évolution a été précédemment décrite (voy. p. 748).

SYSTÈME SÉREUX

Le système séreux est un ensemble de membranes qui limitent les cavités closes de l'économie.

Parmi ces membranes, il en est quatre principales : elles entourent les principaux viscères, les séparent de toutes les parties environnantes et assurent ainsi l'entière liberté de leurs mouvements.

La plus élevée entoure le système nerveux central : c'est l'*arachnoïde* ; la seconde entoure les poumons : c'est la *plèvre* ou séreuse pulmonaire ; la troisième entoure le cœur : c'est le *péricarde* ou séreuse cardiaque ; la dernière, qui est aussi la plus vaste, recouvre les viscères abdominaux : c'est le *péritoine* ou séreuse abdominale.

Mais, indépendamment de ces quatre principales membranes réservées aux grandes cavités splanchniques, il en est beaucoup d'autres, moins étendues il est vrai, mais non moins importantes cependant, qui tapissent les cavités articulaires, et d'autres encore qui revêtent les tendons sur une partie de leur trajet : ce sont les séreuses articulaires et tendineuses qui ont pour commune destination de faciliter le jeu des organes passifs de la locomotion.

A celles-ci viennent s'ajouter encore des séreuses qui limitent des cavités beaucoup plus petites et qui ont pour attribution de favoriser le glissement de certains muscles sur les parties avec lesquelles ils se trouvent en rapport, ou le glissement de la peau sur les saillies osseuses qui la soulèvent ou le glissement de tout autre organe.

Les membranes qui constituent le système séreux se divisent donc en quatre ordres : les séreuses des cavités splanchniques, les séreuses articulaires, les séreuses tendineuses ou *synoviales* et les séreuses accessoires ou bourses séreuses.

Ces membranes diffèrent selon la classe à laquelle elles appartiennent, non seulement dans leur disposition générale, mais aussi dans leurs connexions et leurs propriétés, ainsi que nous pourrions le constater en étudiant leur morphologie, leur structure et leurs fonctions.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DES SÉREUSES

La disposition qu'affectent les membranes séreuses diffère selon la classe à laquelle elles appartiennent et surtout selon le nombre, la forme et les rapports des organes qu'elles recouvrent.

Leur destination générale est d'isoler ces organes et d'assurer leur mutuelle indépendance.

Ceux-ci étant contenus dans une cavité, elles atteignent ce double but en les séparant des parois de cette cavité et en les séparant aussi les uns des autres ; de là une disposition qui leur est commune à toutes et des dispositions particulières, variables pour chacune d'elles.

A. — **Disposition commune à toutes les séreuses.**

! Toute membrane fibreuse était assimilée autrefois à un sac sans ouverture ; nous savons aujourd'hui que cette formule ne s'applique qu'à un très petit nombre d'entre elles. Mais toutes nous offrent à considérer deux surfaces, l'une externe ou adhérente, l'autre interne, indépendante, et deux feuillets, l'un pariétal et l'autre viscéral.

a. *Surfaces.* — La surface externe adhère à toutes les parties auxquelles elle s'applique. Cette adhérence a lieu à l'aide d'un tissu conjonctif fibrillaire ou lamellaire, en général assez mou pour le feuillet pariétal, en sorte que ce feuillet se laisse détacher assez facilement des parties sous-jacentes. Elle est au contraire très solide et même si intime pour le feuillet viscéral que celui-ci ne peut être séparé des viscères. Il est facile de constater que le feuillet pariétal est indépendant et qu'il n'est qu'appliqué aux parois de la cavité correspondante. Le feuillet viscéral au contraire semble s'identifier avec l'organe qu'il recouvre ; on ne peut l'en détacher le plus habituellement qu'en entraînant quelques particules de celui-ci ; il en fait en réalité partie intégrante et se distingue en outre du précédent par sa structure et l'ensemble de ses propriétés.

Nous verrons cependant que cette inégale adhérence des séreuses aux parois des cavités et à la périphérie des organes présente de nombreuses variétés ; pour quelques-uns même, comme la séreuse des centres nerveux, c'est le feuillet pariétal qui est le plus adhérent ; le feuillet viscéral l'est à peine.

La surface interne contraste beaucoup avec la précédente. Elle est non seulement parfaitement unie sur toute son étendue, sur le feuillet pariétal, comme sur le feuillet viscéral, mais lubrifiée par une mince couche de liquide, le *liquide séreux*, qui, en s'étalant sur les deux feuillets contigus, leur communique la propriété de glisser l'un sur l'autre au moindre contact. Cette mince couche de liquide dérive de l'épithélium tapissant la surface interne de toutes les séreuses.

b. *Feuillets*. — Comparés dans leur étendue superficielle, les deux feuillets ne sont pas égaux. Le feuillet pariétal mesure très exactement la superficie des parois qu'il tapisse, mais le feuillet viscéral est en général plus grand que la surface des viscères sous-jacents. Cette inégalité est due au trajet direct du premier qui ne décrit ni ondulations, ni replis, tandis que le second, rencontrant souvent des dépressions ou des vides, se montre tour à tour saillant et rentrant; il devient saillant lorsqu'il suit le contour des organes et se déprime au contraire lorsqu'il pénètre dans leurs intervalles pour passer de l'un à l'autre.

Le feuillet pariétal a donc pour attributs sa moindre adhérence et sa moindre superficie. Le feuillet viscéral est caractérisé surtout par son intime adhésion aux organes qu'il recouvre, par son trajet plus étendu et par ses replis quelquefois très nombreux et quelquefois aussi très compliqués, comme ceux qui relient entre eux les viscères de l'abdomen. Ces derniers sont de deux ordres: les uns s'étendent des parois abdominales aux viscères, ils portent le nom de *mésentères*; les autres s'étendent d'un viscère à un autre viscère, ce sont les *épiploons*.

B. — Disposition propre aux séreuses des quatre ordres.

a. *Disposition des séreuses splanchniques*. — Les séreuses splanchniques ou *grandes séreuses* sont au nombre de cinq seulement. Trois occupent le thorax, la quatrième l'abdomen, la cinquième la cavité céphalo-rachidienne.

Les trois premières sont les plus simples. Elles entourent les poumons et le cœur. Celles qui entourent les poumons ou *séreuses pulmonaires*, plus connues sous le nom de *plèvres*, s'appliquent par leur feuillet pariétal aux parois des cavités thoraciques, et par leur feuillet viscéral aux poumons. Le feuillet pariétal revêt les parois costales en dehors, la colonne rachidienne en dedans, le diaphragme inférieurement et répond en haut au sommet de la cavité thoracique qui dépasse un peu le niveau de la première côte. Par sa face externe, il s'unit à toutes les parties qui précèdent, à l'aide d'un tissu conjonctif lâche, en sorte qu'il se laisse facilement décoller. Le feuillet viscéral adhère aux poumons d'une manière si intime qu'il est impossible de l'en

séparer. Il pénètre entre les lobes et se continue au niveau de la racine de ces organes avec le feuillet pariétal à l'aide d'un petit mésentère qui forme le *ligament* des poumons. Ces deux feuillets, parfaitement unis, glissent l'un sur l'autre avec la plus extrême facilité.

La troisième séreuse du thorax est destinée au cœur, dont elle assure l'entière indépendance. Beaucoup moins grand que la plèvre, le péricarde se comporte d'une manière analogue. Son feuillet pariétal répond en avant à la paroi antérieure du thorax, en bas au diaphragme, de chaque côté aux poumons; une mince aponévrose l'entoure, le soutient et le sépare des parties environnantes, c'est le *feuillet fibreux du péricarde*. Le feuillet viscéral s'applique aux deux ventricules, aux deux oreillettes, et même aux gros vaisseaux du cœur, sur lesquels il se continue avec le feuillet pariétal.

La séreuse abdominale ou *péritoine*, répondant à un très grand nombre d'organes, qui se meuvent les uns sur les autres, et pénétrant dans leurs intervalles pour leur fournir à tous une enveloppe presque complète, est aussi celle qui offre la disposition la plus compliquée: c'est celle qui possède le plus de mésentères et la seule qui présente des épiploons. Ceux-ci ont l'estomac pour centre commun.

Son feuillet pariétal revêt les parois antérieures, latérales et postérieures de l'abdomen. Elle revêt aussi sa paroi supérieure ou diaphragmatique à laquelle elle adhère davantage et descend jusque dans l'excavation pelvienne pour se prolonger de celle-ci sur les organes qu'elle contient.

Son feuillet viscéral s'applique sur la partie antérieure de la masse des viscères en formant un long tablier qui sous le nom de grand épiploon les recouvre en totalité. Il s'insinue entre eux, en s'étendant jusqu'à l'aorte, et se continuant partout avec lui-même de manière à les séparer et à les relier, de telle sorte qu'ils restent à la fois unis et indépendants, pouvant se mouvoir librement dans tous les sens sans jamais perdre ni leur position ni leurs rapports réciproques.

La séreuse encéphalo-rachidienne ou *arachnoïde* diffère beaucoup des précédentes. Celles-ci par leur feuillet viscéral s'unissent de la manière la plus intime aux organes sous-jacents. L'*arachnoïde*, au contraire, s'unit à peine au centre nerveux, dont elle se trouve même séparée par une autre enveloppe, la pie-mère, et dont elle est séparée en outre par le liquide céphalo-rachidien.

Pourquoi une disposition qui contraste si notablement avec celle des autres séreuses? Pourquoi cette mutuelle indépendance de la membrane enveloppante et de l'organe enveloppé? La nature des mouvements de cet organe l'explique suffisamment. L'encéphale ne se meut pas; il subit sous l'influence de la circulation et de la respiration une turges-

cence suivie presque aussitôt d'un retrait qui le ramène à son volume normal ; turgescence et retrait se succèdent comme les mouvements du cœur et de la respiration.

L'ampliation de l'encéphale est facilitée par le déplacement du liquide céphalo-rachidien qui reflue dans le rachis. Au moment de son retrait le liquide rentre dans le crâne ; il oscille ainsi d'une manière continue de haut en bas et de bas en haut. Or le feuillet viscéral de l'arachnoïde a pour destination de régulariser cette oscillation. Il la régularise en circonscrivant l'espace dans lequel elle s'accomplit. Le liquide qui se déplace trouvant au-devant de lui un canal limité, en dedans par le centre nerveux, en dehors par le feuillet viscéral de la séreuse, canal toujours ouvert et toujours libre, le parcourt sans effort ; cette disposition permet au plus important de nos organes de varier de volume sans jamais avoir à subir la moindre compression.

L'arachnoïde a donc pour destination de protéger l'organe qu'elle entoure. Attentivement considérées, ses attributions ne diffèrent pas autant de celles des autres séreuses qu'on pourrait le penser au premier coup d'œil. Quels services nous rendent celles-ci ? Elles facilitent le jeu des viscères. Quel service nous rend l'arachnoïde ? Elle facilite aussi le jeu de l'organe qu'elle entoure, en lui permettant d'augmenter de volume lorsqu'il reçoit une plus grande quantité de sang, de diminuer de volume lorsqu'il en reçoit moins, de varier, en un mot, dans ses dimensions selon les exigences des deux grandes fonctions, la circulation et la respiration, à l'empire desquelles il est subordonné comme tous les autres appareils de l'organisme.

Les deux feuillets des séreuses splanchniques, en se continuant, circonscrivent une cavité hermétiquement close et tapissée par un endothélium que recouvre une mince couche de liquide onctueux. Cette cavité dans l'état normal est toute virtuelle, ses deux parois s'appliquant partout immédiatement l'une à l'autre. Sous l'influence de certains états morbides elle devient le siège d'épanchements de nature diverse, séreux, séro-purulents ou purulents et se couvre alors assez fréquemment de fausses membranes qui ont pour conséquence souvent d'unir ses deux feuillets dans une étendue variable ou même dans leur totalité. Ces épanchements et ces fausses membranes se voient fréquemment sur les plèvres à la suite des lésions pulmonaires.

b. Disposition propre aux séreuses articulaires. — Incomparablement plus nombreuses que les précédentes, les séreuses articulaires en diffèrent aussi par leur trajet souvent plus compliqué.

Cependant, en les ramenant à la formule générale que nous avons précédemment énoncée, on peut leur considérer aussi deux feuillets,

dont l'un s'applique aux parties fibreuses ou ligamenteuses et l'autre aux surfaces articulaires.

Le feuillet fibreux est ici le plus compliqué. Il revêt la surface interne de tous les ligaments, les contourne, s'étend de l'un à l'autre et leur adhère partout assez solidement pour qu'on ne puisse en général l'en détacher. L'utilité de cette adhérence est bien manifeste. Les surfaces articulaires glissant les unes sur les autres, il importait que ce mince feuillet ne fût pas exposé à être pincé dans leur intervalle. Il se comporte comme les muqueuses qui tapissent les parois de la bouche, lesquelles, exposées aussi à se déplacer par le jeu de la mastication, échappent à tout danger par la solidité de leurs adhérences.

Le feuillet articulaire n'existe qu'à l'état d'ébauche. Il se continue avec le feuillet fibreux ; mais celui-ci, en passant des ligaments sur les surfaces cartilagineuses, s'arrête presque aussitôt, en sorte que ces surfaces ne se trouvent recouvertes par le feuillet articulaire que sur leur contour. Sur la presque totalité de leur étendue, il fait absolument défaut. On ne constate sa présence que sur la circonférence des cartilages, circonférence que traversent des capillaires pour se rendre dans le tissu osseux sous-jacent. Au delà de ces capillaires, le feuillet articulaire disparaît. Les séreuses articulaires ne représentent donc pas des cavités closes. La cavité qu'elles forment reste largement ouverte au niveau de tous les cartilages, ou du moins, si l'on veut admettre qu'elle est close, il faut admettre aussi qu'elle est complétée par les cartilages avec lesquels les séreuses se continuent.

Comment le feuillet articulaire pourrait-il exister sur les cartilages ? En parlant des fonctions de ceux-ci, je me suis attaché à montrer qu'ils sont inusables et que seuls ils sont doués d'un semblable privilège, qu'aucun métal ne possède au même degré. Un simple feuillet séreux supporterait-il des frottements auxquels les métaux ne pourraient résister ?

c. *Dispositions propres aux séreuses des tendons.* — Les séreuses tendineuses, désignées aussi, comme les séreuses articulaires, sous le nom de *synoviales*, pourraient être partagées en deux groupes : celles qui recouvrent un seul tendon ou séreuses simples et celles qui en recouvrent plusieurs ou séreuses composées.

Les premières, ou synoviales simples, se rapprochent beaucoup des séreuses du thorax. Leur feuillet pariétal tapisse la cavité cylindrique dans laquelle glisse le tendon. Il lui adhère très fortement, en sorte que cette cavité est parfaitement unie et lubrifiée par un liquide spécial, de nature onctueuse, la *synovie*. Le feuillet viscéral entoure la totalité du tendon. Par la partie postérieure de sa surface, il se continue avec le feuillet précédent, tantôt à l'aide d'un petit mésentère,

tantôt à l'aide d'un ou deux prolongements qui s'étendent du feuillet pariétal au feuillet tendineux et qui sont accompagnés par des vaisseaux sanguins. Cette dernière disposition est surtout remarquable par les tendons fléchisseurs des doigts et des orteils.

Les secondes, ou *synoviales composées*, se voient autour des articulations sur lesquelles passent de nombreux tendons, comme ceux qui répondent au poignet, par exemple. Le plus habituellement, elles se continuent entre elles, en sorte que leur nombre est presque toujours inférieur à celui des tendons. Au poignet, il en existe ordinairement trois pour la masse tendineuse totale. Ces synoviales composées sont remarquables par la multiplicité des vaisseaux et des filets nerveux qu'elles reçoivent.

La description qui précède a surtout pour but de donner une notion générale des synoviales tendineuses. C'est ainsi qu'on les comprenait autrefois. Mais des études plus complètes ont démontré que ces synoviales, considérées jusqu'alors comme des sacs sans ouverture, sont au contraire interrompues sur un ou plusieurs points et comparables, sous ce rapport, aux séreuses articulaires. Sur certaines parties de leur étendue, les gouttières osseuses dans lesquelles glissent les tendons sont tapissées par des lames de cartilage. Au niveau de chacune de ces lames, les synoviales se continuent avec elles sur leur contour, mais disparaissent sur leur surface, en sorte que nous ne pouvons plus aujourd'hui nous les représenter sous la forme idéale qu'on leur prêtait à l'époque où l'on n'avait, sur leur trajet et leurs connexions, que des notions incomplètes.

d. *Disposition propre aux bourses séreuses.* — Si la disposition qu'affectent les synoviales est souvent assez compliquée, celle des bourses séreuses est en général très simple. Les unes sont constantes et les autres variables dans leur existence.

Les bourses séreuses constantes peuvent être distinguées en deux principaux groupes : celles qui sont *sous-musculaires* et celles qui sont *sous-cutanées*.

Les bourses séreuses sous-musculaires se voient au-dessous des tendons d'attache. Elles sont très nombreuses ; à ce premier groupe appartiennent celles des muscles sus-épineux, sous-épineux, sous-scapulaires, celles du psoas-iliaque, du biceps, du tendon d'Achille, etc., etc. Elles permettent aux tendons de s'enrouler sur les saillies osseuses auxquelles ils s'attachent. Leur forme est celle d'une vésicule plus ou moins grande, s'appliquant par une de ses faces aux tendons qu'elle enveloppe en partie, et, par l'autre, à la saillie osseuse dont elle lubrifie la surface en dépassant ses limites.

Les bourses séreuses sous-cutanées sont plus petites que les précé-

dentes et composées aussi d'un feuillet superficiel qui adhère à la peau et d'un feuillet profond qui revêt la saillie correspondante.

Les bourses séreuses, dont l'existence est variable, se rencontrent sur un grand nombre de points au niveau desquels leur développement est provoqué par des conditions exceptionnelles et souvent professionnelles. Ainsi on observe assez souvent une bourse semblable sur la tubérosité antérieure du tibia chez les religieux, une autre sur la malléole externe chez les tailleurs, une autre sur l'extrémité antéro-interne du premier métatarsien, et une aussi sur celle du cinquième. Il en est beaucoup d'autres qui se développent au-dessous de la peau ou au-dessous des muscles, sur des points qui n'ont aucune relation avec le squelette.

La plupart de ces bourses séreuses sont en quelque sorte personnelles. Il suffit d'un frottement souvent répété pour leur donner naissance. Elles se constituent aux dépens du tissu conjonctif lâche, dont les mailles s'allongent et s'élargissent progressivement; elles sont d'abord temporaires, puis deviennent bientôt définitives. Si les frottements auxquels elles succèdent sont souvent répétés ou trop violents, on les voit se remplir d'un liquide séreux qui les transforme en tumeurs. Elles sont donc surtout intéressantes au point de vue chirurgical.

CHAPITRE II

STRUCTURE DU SYSTÈME SÉREUX

Cette structure se modifiant en passant de l'une à l'autre classe, nous l'étudierons dans chacune d'elles et plus particulièrement dans la première, qui comprend les grandes séreuses splanchniques.

A. — Structure des grandes séreuses.

Ces membranes se composent toutes de deux couches bien différentes et fortement unies, d'une couche superficielle ou endothéliale, qui tapisse leur cavité, et d'une couche fibro-élastique par laquelle elles s'unissent à toutes les parties ambiantes.

La *couche superficielle* ou *endothélium* des séreuses est surtout remarquable par l'aspect parfaitement uni qu'elles présentent, et par la mince couche de liquide séro-visqueux qui la revêt et qui contribue

à la rendre plus unie et plus glissante encore. Soumise à l'examen microscopique, on voit qu'elle a pour éléments constitutifs des cellules larges et aplaties, de forme polygonale, disposées sur un seul plan. Toutes ces cellules se juxtaposent par leurs bords, et s'unissent par l'intermédiaire d'un ciment que le nitrate d'argent noircit et met très bien en évidence. Elles se présentent alors sous la forme d'une élégante mosaïque. Ce ciment est une substance amorphe, c'est-à-dire un simple produit d'exsudation, provenant des cellules. Sur leur face libre il reste liquide et joue le rôle de moyen de glissement. Sur leur face adhérente il devient solide et joue le rôle de moyen d'union, qui, en les reliant entre elles, les unit aussi aux parties sous-jacentes.

Chacune de ces cellules contient un noyau central très apparent et un protoplasme entourant ce noyau. La partie périphérique plus dense du protoplasme peut être considérée comme une enveloppe.

La *couche profonde* ou *fibro-élastique*, à la fois mince, résistante et transparente, comprend dans sa composition un grand nombre d'éléments : du tissu conjonctif, des fibres élastiques, des vaisseaux sanguins, des filets nerveux, et, sur certains points, des cellules adipeuses. A ces éléments beaucoup d'auteurs ajoutent des vaisseaux lymphatiques qui s'ouvriraient dans la cavité des séreuses.

La part que prend le tissu conjonctif à la constitution de ces membranes est considérable. C'est à ce tissu qu'elles sont surtout redevables de leur résistance. Il est représenté par des faisceaux minces et aplatis, n'affectant aucune direction déterminée, se divisant et s'unissant dans leur trajet, formant, en un mot, une trame réticulée. A ces faisceaux se mêlent des cellules de petites dimensions, de volumes inégaux, de forme irrégulièrement arrondie et indépendantes les unes des autres; ces cellules, par leurs dimensions et leur configuration, diffèrent beaucoup des cellules endothéliales.

Les fibres élastiques qui contribuent à former les séreuses sont extrêmement abondantes, mais pour la plupart d'un petit volume ou de moyennes dimensions. Elles cheminent, comme partout, entre les faisceaux conjonctifs, auxquels elles se trouvent étroitement mêlées, participant ainsi à la formation de la trame aréolaire et prenant à la constitution de cette trame une part presque égale à celle du tissu connectif.

Les vaisseaux sanguins sont surtout représentés par des capillaires. Ils forment par leurs anastomoses un réseau à larges mailles; et ne se prolongent pas jusqu'à la couche endothéliale dont les sépare la couche amorphe.

Ces vaisseaux sont accompagnés par des filaments nerveux, assez nombreux, et provenant pour la plupart du grand sympathique.

Telle est la structure des membranes séreuses. Mais hâtons-nous d'ajouter que la description précédente s'applique surtout à leur feuillet pariétal. A tous ces divers éléments que nous avons pris soin de mentionner, voyons-nous s'ajouter encore des vaisseaux lymphatiques ? Non ; les deux feuillets des séreuses splanchniques du thorax et de l'abdomen présentent une structure très différente. Le feuillet viscéral sur ces séreuses se réduit uniquement à sa couche endothéliale ; tous les autres éléments dépendent de l'organe sous-jacent. Ce point d'histologie appelle toute notre attention.

Les opinions sur l'importante question que je soulève sont encore très divisées. Déjà en 1869 je les résumais ainsi et les considérations que j'exposais alors n'ont rien perdu de leur importance : entre toutes les membranes à surface libre, les séreuses sont celles sur lesquelles il est le plus facile de constater l'origine des vaisseaux lymphatiques par des réseaux. Mais il est facile de constater aussi que le feuillet viscéral est leur siège exclusif. On injecte avec le plus grand succès la tunique vaginale sur le testicule, le péritoine sur le foie et l'intestin, le péricarde sur le cœur, la plèvre sur la surface des poumons.

Mais, lorsqu'on passe du feuillet viscéral au feuillet pariétal, on échoue constamment. J'ai exploré avec la plus grande attention, bien souvent et sur toute leur étendue, la plèvre costale, le péritoine qui revêt la paroi antérieure de l'abdomen, l'arachnoïde sur la dure-mère, et toujours sans résultat.

Cependant sur la partie centrale ou fibreuse du diaphragme on observe des réseaux lymphatiques ; ils sont très évidents sur le lapin, sur le bœuf et surtout sur le cheval. Mais le feuillet pariétal répond ici à une aponévrose riche en capillaires absorbants. Ces capillaires viennent-ils du feuillet séreux ou de l'aponévrose sous-jacente ? Ils viennent de l'aponévrose ; car sur tous les points où ce feuillet devient libre et indépendant, comme sur les mésentères, les épiploons, etc., on n'en rencontre aucune trace.

Or, si sur les points où les membranes sont adossées et en quelque sorte réduites à elles-mêmes, elles ne possèdent aucun vaisseau lymphatique ; si au contraire elles en possèdent sur les organes qui en sont abondamment pourvus, n'est-il pas rationnel de penser qu'ils naissent de ces organes ? Ces lamelles argentées qui dans les injections heureuses s'étalent à la surface du foie, de l'intestin, du poumon, du cœur, ne partent donc ni du péritoine, ni de la plèvre, ni du péricarde, mais des viscères sous-jacents, et je conclus :

1° Que les membranes séreuses ne donnent naissance à aucun vaisseau lymphatique ;

2° Que les vaisseaux, qui semblent en provenir et en faire partie, viennent des organes auxquels elles adhèrent.

Mais les histologistes, dans l'impossibilité où ils étaient de répondre à ces objections, tournèrent la difficulté en disant : Les séreuses peuvent être converties en vaisseaux lymphatiques ; or les séreuses ne sont que du tissu conjonctif condensé ; donc ce tissu en est le point de départ. Les considérations qui précèdent laissent bien peu de valeur à un semblable argument, puisqu'elles nous ont conduit à reconnaître que sur les points où ces membranes sont réduites à elles-mêmes, c'est-à-dire à leur trame conjonctive, elles ne donnent naissance à aucun vaisseau de cet ordre.

Remarquez que cette conclusion a l'avantage de concilier tous les faits observés : le tissu conjonctif étant privé de vaisseaux lymphatiques, les divers organes dont il constitue l'élément générateur en seront privés aussi ; c'est pourquoi ils n'existent pas dans les synoviales articulaires et tendineuses, dans les bourses séreuses, dans les épiploons, dans les mésentères. Une autre preuve encore vient confirmer cette opinion : le feuillet viscéral de l'arachnoïde s'applique à un organe absolument dépourvu de tout vaisseau absorbant ; or, ne trouvant au-dessous de lui aucun conduit contenant de la lymphe, ne pouvant lui emprunter ce que les autres feuillets viscéraux empruntent aux viscères du thorax et de l'abdomen, il reste entièrement semblable au feuillet pariétal.

Telles sont les considérations que j'avais cru devoir présenter. Elles étaient basées sur une rigoureuse interprétation des faits observés et parurent à cette époque assez bien établies pour rallier la plupart des anatomistes à mon opinion.

Cependant quelques-uns restèrent fidèles à la doctrine de Mascagni qui conservait, en Allemagne surtout, de nombreux partisans, parmi lesquels figuraient au premier rang Teichmann, Ludwig, Tomsa, His et Frey, Virchow et Recklinghausen. Tous persistaient à considérer le système conjonctif comme le point de départ des vaisseaux lymphatiques. Seulement l'accord cessait lorsqu'il s'agissait de déterminer leur mode d'origine. Les uns, comme Virchow, croyaient qu'ils naissaient des cellules de ce tissu ; les autres leur assignaient pour premières radicules les prolongements par lesquels ces cellules s'unissent, prolongements qui n'existent pas, ces cellules restant presque partout indépendantes. D'autres encore, sans s'expliquer plus clairement, avancent qu'ils partent des cavités du tissu connectif, cavités non moins hypothétiques. De toutes ces recherches quels faits positifs se dégagent ? Quel progrès en a retiré la science ? Des faits positifs, je n'en vois aucun. Le progrès ! je ne le trouve nulle part. Et cependant M. Baunis de s'écrier, dans un élan d'admiration : Toute la gloire d'avoir élucidé la structure du système lymphatique revient à l'Allemagne. Or je cherche ces points élucidés et je ne rencontre que des hypothèses, des illusions, des erreurs. Nous demandons une preuve, un argument vraiment

concluant, emprunté à l'observation, et l'on nous répond invariablement par des assertions comme celle-ci :

« Les vaisseaux lymphatiques naissent du tissu conjonctif. » Fort bien. Mais alors sortez de vos nuages, montrez-nous ces vaisseaux ; montrez-en au moins quelques-uns ; montrez-en un ! un seul !! naissant bien réellement de ce tissu. Tant que ce fait démonstratif depuis si longtemps cherché et toujours vainement attendu, restera une simple hypothèse, l'Allemagne s'agitiera et discutera dans le vide.

Aujourd'hui, pour affirmer que les séreuses sont formées par des vaisseaux lymphatiques, on s'appuie sur un autre argument, sur l'existence d'orifices béants à leur surface libre.

Remarquons d'abord que ces *orifices, fentes ou stomates* par lesquels les capillaires lymphatiques s'ouvriraient sur la surface libre des séreuses, devraient être recouverts de l'endothélium si caractéristique de ces vaisseaux. Or l'école allemande garde le silence sur cet endothélium, qu'elle a cherché sans doute, mais vainement aussi ; car ces orifices, dont serait criblé le feuillet viscéral des séreuses et dont naîtraient des vaisseaux lymphatiques, n'en présentent aucun vestige ; et son absence témoigne contre leur existence.

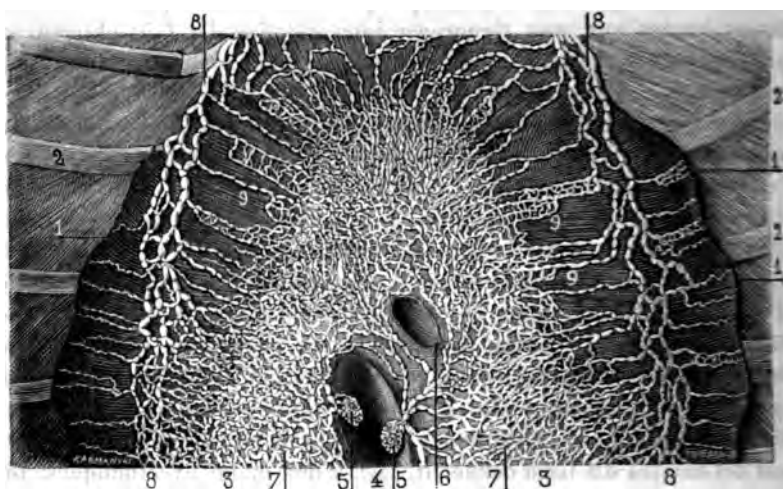


FIG. 284. — Vaisseaux lymphatiques du diaphragme du lapin injectés au mercure.

1, 1, portion charnue de la moitié antérieure des muscles. — 2, 2, 2, côtes sur lesquelles il s'attache. — 3, 3, sa portion aponévrotique. — 4, orifice aortique. — 5, 5, ganglions sus-aortiques dans lesquels se jettent les troncules de la partie médiane de l'aponévrose. — 6, orifice donnant passage à la veine cave. — 7, 7, radicules lymphatiques naissant de l'aponévrose. — 8, 8, troncs lymphatiques cheminant d'arrière en avant. — 9, 9, 9, troncules qui se rendent dans ces troncs.

Des stomates, comme des lacunes, on ne trouve en réalité nulle trace. Recklinghausen, en affirmant leur existence sur le centre phrénique, a été victime d'une grave illusion dans laquelle il a entraîné tous ses contemporains. Je le prouve en injectant au mercure les vaisseaux qui en naissent, vaisseaux qui forment sur chacune de ses faces un réseau d'une incomparable richesse. Or, au moment où ce réseau se remplit, au moment où le liquide injecté parcourt avec la rapidité de l'éclair les innombrables capillaires qui le composent, le voit-on s'échapper par ces fentes ou orifices? Non; aucune gouttelette ne se montre à la surface du réseau. Mais, si l'on pique avec la pointe d'une aiguille l'une des radicules dans lesquelles chemine le métal, aussitôt il s'échappe et l'injection s'arrête. Que Recklinghausen et ses admirateurs ne se contentent donc pas d'étudier ces capillaires sur des coupes, qu'ils veuillent bien renoncer pour un moment à leur microscope et répéter ces injections si concluantes; et ils constateront combien sont illusoirs ces prétendus orifices. On accusait autrefois le microscope de nous donner de faux renseignements; on traitait de vaine la science puisée à cette source; jamais une si grave accusation ne fut si bien

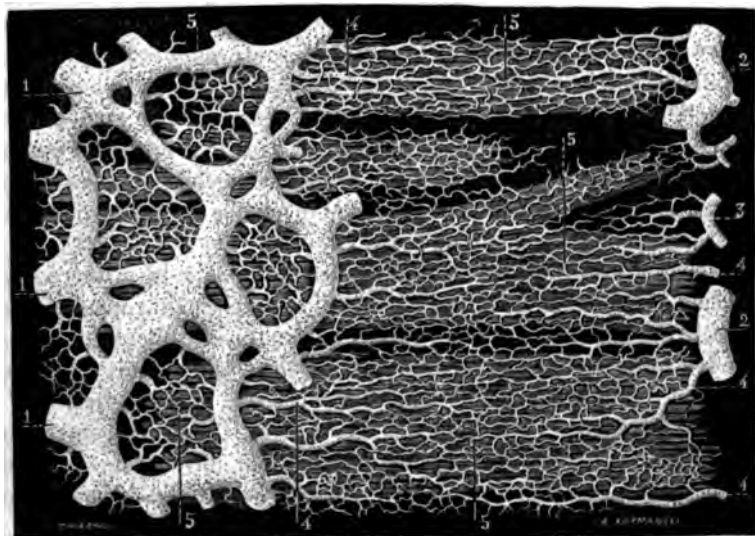


FIG. 285. — Vaisseaux lymphatiques de l'intestin grêle d'un enfant, dont le réseau d'origine enlance toutes les fibres de la couche musculaire longitudinale intimement unie au feuillet viscéral du péritoine.

1, 1, réseau des troncs lymphatiques. — 2, 2, autres troncules. — 3, troncule plus petit. — 4, 4, 4, ramuscules se ramifiant dans les faisceaux musculaires, et s'étendant jusqu'au péritoine, sans jamais s'ouvrir à sa surface. — 5, 5, 5, 5, réseau d'origine enlaçant les fibres lisses. Pour la préparation de ce réseau, voy. p. 342.

justifiée; et c'est à l'époque où les études microscopiques ont pris un grand développement, à l'époque où le microscope est appliqué à l'étude des sciences avec le plus de talent et de succès, que toute une nation, et je dirai même toute une génération tombe dans cet excès d'erreurs! Le temps qui épure tout ce qu'on lui confie nous ramènera dans une voie meilleure.

B. — Structure des synoviales et des bourses séreuses.

a. *Synoviales articulaires.* — Les éléments qui entrent dans leur composition sont ceux des grandes séreuses. Le tissu conjonctif en forme aussi la charpente et se présente ici avec ses attributs ordinaires. Les faisceaux connectifs sont plus ou moins nombreux et volumineux selon que la synoviale est plus ou moins importante, c'est-à-dire selon qu'elle répond à une articulation de grandes dimensions ou de dimensions moindres. A ces faisceaux se mêlent un très grand nombre de fibres élastiques.

C'est surtout autour des grandes articulations qu'on voit les synoviales se couvrir, sur certains points, de prolongements très diversement configurés et connus sous le nom de *franges synoviales*. Quelques-unes de ces franges se distinguent par leur longueur et par les saillies plus déliées qui les terminent. Toutes sont remarquables par leur vascularité. Il n'est pas très rare de rencontrer dans leur épaisseur une ou plusieurs cellules de cartilage qui prennent parfois un assez grand volume, qui peuvent se détacher pendant le jeu des surfaces articulaires et qui jouent alors le rôle d'un corps étranger.

Toutes les synoviales articulaires se comportent à la manière d'un manchon qui s'étend de l'une à l'autre surface cartilagineuse. Elles adhèrent très fortement par leur surface externe aux ligaments, pénètrent dans les espaces qui les séparent et envoient quelquefois dans leur épaisseur des prolongements ampulliformes sur lesquels Gosselin a pris soin d'appeler l'attention des chirurgiens. Ces prolongements ou *kystes synoviaux* en se développant peuvent devenir le point de départ de tumeurs qui prennent le nom de *ganglions*. L'articulation du poignet en est le siège de prédilection.

La surface interne de ces membranes est revêtue d'un épithélium pavimenteux stratifié qui se prolonge de quelques millimètres seulement sur les surfaces articulaires et qui se termine le plus habituellement par un bord finement dentelé.

Aux éléments qui précèdent, s'ajoutent, sur les grandes synoviales, quelques filaments nerveux. Elles ne sont douées cependant que d'une faible sensibilité. Les douleurs souvent très vives qui accompagnent

l'hydarthrose aiguë paraissent résider bien plutôt dans les ligaments allongés, et enflammés aussi, que dans les séreuses articulaires.

b. *Synoviales tendineuses*. — Les membranes qui ont pour attribution de faciliter le glissement des tendons dans leur conduit ostéo-fibreux se composent, ainsi que nous l'avons vu, de trois parties : l'une périphérique, la seconde tendineuse, la troisième composée de deux feuillets qui se comportent à la manière d'un mésentère.

La première déborde à ses deux extrémités le conduit qu'elle tapisse. Réunie aux deux autres, on la considérait autrefois comme un sac sans ouverture. Mais sur certains points de son trajet la gouttière osseuse est recouverte de lames de cartilage ; au niveau de ces lames, la synoviale tendineuse se comporte comme les synoviales articulaires ; elle se continue avec le contour de celles-ci sans les recouvrir et reste ainsi largement ouverte sur un ou plusieurs points.

Sur toute l'étendue de son trajet, cette première portion présente la structure des autres séreuses ; elle se compose aussi de tissu conjonctif auquel se mêlent des fibres élastiques, des artérioles, des veinules, des nerfs et des vésicules adipeuses. Le tissu conjonctif fibrillaire est représenté par des faisceaux de volumes variables, s'entre-croisant dans tous les sens et communiquant entre eux par des fascicules qui s'en détachent. De l'ensemble de ces faisceaux et fascicules résulte une trame plexiforme qui constitue la charpente de la gaine séreuse.

La portion qui s'étend de la précédente au tendon offre la même structure. Très souvent elle est incomplète aussi ; sur les gaines digitales des tendons fléchisseurs elle n'existe qu'à l'état de vestige.

La couche fibro-élastique est tapissée sur sa face interne par un épithélium pavimenteux. Sur la portion tendineuse cet endothélium se compose de cellules arrondies, disposées par groupes. Certains groupes sont formés de cinq, six, huit et dix cellules. Cet endothélium d'une forme toute spéciale et bien différente de celle que présentent les autres séreuses se voit très bien par la méthode des dissociations.

Les synoviales tendineuses sont très riches en vaisseaux. J'ai pu constater aussi sur les plus importantes, comme celle du poignet, la présence de nombreux filets nerveux. Les plus volumineux se rendent dans les tendons où ils se ramifient et se terminent ; mais dans leur trajet ils abandonnent de fines divisions à la synoviale.

c. *Bourses séreuses*. — Ces membranes appartiennent sans doute à la grande classe des séreuses ; mais elles ne les représentent que sous leur forme la plus rudimentaire. Elles s'en distinguent, au point de vue morphologique, par leur cavité, souvent cloisonnée par des lamelles plus ou moins irrégulières, émanées de la lame principale ; ainsi la bourse séreuse sous-cutanée de la rotule et une foule d'autres affectent

ce type de configuration, et varient elles-mêmes si notablement, selon les individus, qu'on n'en trouverait pas deux chez lesquels elles offrent une réelle similitude.

Au point de vue histologique, elles diffèrent de celles des classes précédentes : 1° par leur couche externe, qui est une simple variété du tissu conjonctif lâche ; 2° par leur couche épithéliale, qui fait à peu près complètement défaut sur la plupart d'entre elles, et particulièrement sur celles dont l'existence n'est pas constante.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME SÉREUX

Parmi les propriétés physiques du système séreux, nous devons mentionner sa transparence, sa résistance, son extensibilité, et aussi sa perméabilité.

Sa transparence varie avec son épaisseur, elle est d'autant plus complète qu'il se réduit à une plus grande minceur ; voyez les épiploons, et surtout le grand épiploon ; sa minceur est extrême et sa transparence parfaite. Les méésentères, plus épais, deviennent demi-transparents. Le feuillet pariétal des séreuses se laisse si bien traverser par la lumière qu'on pourrait le comparer à une lamelle de cristal ; ainsi se comporte celui de la dure-mère, celui du diaphragme, etc. Le feuillet viscéral, sur les viscères auxquels il adhère fortement, est si transparent aussi qu'il n'accuse sa présence que par le poli de sa surface. Cette propriété s'altère du reste facilement sous l'influence des diverses lésions dont les organes sous-jacents sont si fréquemment le siège.

La résistance des membranes séreuses est très grande lorsqu'on la compare à leur peu d'épaisseur. Les plus minces, comme les épiploons, exigent un certain effort pour se laisser dilacérer ; elles supportent des poids relativement lourds. Lorsqu'un liquide s'épanche dans leur cavité, elles retardent très probablement les progrès de l'épanchement par l'obstacle qu'elles lui opposent, en sorte que les diverses variétés d'hydropisie dans l'état chronique se développent toujours avec une certaine lenteur.

Cependant, comme elles sont aussi extensibles, elles se prêtent à l'ampliation de leur cavité, qui peut atteindre alors des limites considérables, ainsi que l'attestent l'ascite, l'hydro-péricarde, l'hydro-cèle, etc. Mais cette extensibilité forcée se produit en partie aussi par un processus de nature morbide ; la nutrition des séreuses ainsi dilatées devenant plus active, de nouveaux éléments s'ajoutent aux éléments primitifs et les séreuses pariétales s'étendent par ce processus

dans tous les sens. Ainsi s'opère l'énorme extension du feuillet pariétal de l'abdomen dans la grossesse et dans les hydropisies enkystées de l'ovaire. Quelquefois aussi cette extension a pour siège le feuillet viscéral, par exemple dans le ballonnement consécutif à la hernie étranglée. Mais la nature semble avoir pris les meilleures dispositions pour en prévenir les fâcheuses conséquences en permettant aux viscères d'écartier les deux feuillets séreux entre lesquels ils sont placés.

Extensibles, les séreuses sont aussi rétractiles. Leur cavité, après s'être plus ou moins dilatée, revient peu à peu à ses dimensions normales. C'est un phénomène de ce genre qui se produit après la ponction de l'abdomen et du scrotum. Le feuillet pariétal ponctionné ne se plisse pas en se rapprochant du feuillet viscéral; il obéit à la rétractilité qui lui est propre.

L'élasticité du système séreux n'est pas cependant une de ses propriétés les plus prononcées. Lorsqu'on cherche à allonger un lambeau de séreuse, on constate qu'il résiste beaucoup et s'allonge peu. Mais il s'allonge et revient aussitôt à son étendue normale. Il emprunte évidemment cette propriété aux fibres élastiques qui prennent une part si importante à sa constitution.

Sa perméabilité est démontrée par le passage des liquides qui s'épanchent dans les cavités séreuses, et par la résorption de ces liquides qui s'opère spontanément après une durée très variable.

A toutes ces propriétés ajoutons encore celle qui les rend si utiles, le poli de leur surface interne. C'est à ce poli si parfait que les viscères sont redevables de la facilité avec laquelle ils glissent les uns sur les autres, et qu'ils sont redevables aussi de leur mutuelle indépendance. A la suite des phlegmasies il disparaît; des fausses membranes le remplacent et unissent le feuillet viscéral au feuillet pariétal.

Ces membranes ont pour propriétés physiologiques leur sensibilité et les échanges osmotiques dont leurs cellules sont le centre. Leur sensibilité est si faible qu'il est difficile de la constater à l'état normal. Lorsque les cavités splanchniques ou articulaires sont ouvertes, on peut les toucher sans éveiller aucun sentiment de douleur. Mais, dès qu'elles deviennent le siège d'une phlegmasie, même légère, le moindre contact, le moindre frottement s'accuse par une sensibilité très vive, ainsi que l'attestent la péritonite, la pleurésie, le rhumatisme articulaire aigu et les injections faites dans les cavités séreuses.

Leur vitalité est obscure aussi. Elle est surtout démontrée par leur croissance et leur nutrition, c'est-à-dire par le double mouvement de composition et de décomposition qui s'opère dans chacun de leurs éléments.

SYSTÈME ÉRECTILE

Le système érectile comprend l'ensemble des organes doués de la faculté de devenir instantanément rigides et turgescents.

La réunion de ces deux propriétés, rigidité et turgescence, les caractérise parfaitement. En tenant compte de ce double attribut, il devient facile de reconnaître, parmi les différentes parties du corps, celles qui sont réellement érectiles et celles qui ne le sont pas.

Les organes réellement érectiles sont peu nombreux : tels sont les corps caverneux et la portion spongieuse du canal de l'urèthre chez l'homme ; les bulbes du vagin et le clitoris chez la femme.

En dehors de ces organes, sur la nature desquels tous les anatomistes sont d'accord, il en existe beaucoup d'autres qui ont été rattachés aussi au système érectile, mais qui doivent en être exclus. Je mentionnerai brièvement les plus importants.

Dans ce nombre figurent le bulbe de l'ovaire, l'utérus, le mamelon et les tumeurs dites érectiles. C'est M. Ronget qui a plus particulièrement soutenu la première opinion, tous les physiologistes la seconde, et tous les chirurgiens la troisième. Or aucun de ces organes, aucune de ces tumeurs n'est à la fois rigide et turgescent. L'ovaire, sous l'influence de l'ovulation et de la menstruation, augmente de volume et l'utérus aussi, l'un et l'autre très notablement ; mais ni l'un ni l'autre ne deviennent rigides ; ils deviennent au contraire plus mous, plus dépressibles ; ils prennent et gardent l'empreinte du doigt.

Le mamelon, si longtemps considéré comme érectile, devient rigide au moment où ses muscles se contractent ; mais il diminue manifestement de volume.

Les tumeurs érectiles se comportent comme les organes génitaux internes de la femme ; elles augmentent de volume au moment où le sang afflue avec plus d'abondance dans leurs vaisseaux, mais n'offrent jamais une véritable rigidité ; lorsqu'elles sont le plus congestionnées, elles restent encore facilement dépressibles.

Ainsi, parmi ces divers organes considérés comme érectiles, aucun ne réunit les deux attributs caractéristiques de l'érectilité. Les uns

comme l'ovaire et l'utérus, comme les tumeurs érectiles, deviennent turgides, mais non rigides; les autres, comme le mamelon, deviennent rigides, mais non turgides.

Si l'on passe de l'homme aux animaux, on trouve d'autres organes encore qui ont été considérés comme possédant ces deux propriétés : telles sont la crête du coq et la caroncule, qui, chez le dindon, descend de la tête sur le cou. L'une et l'autre sont remarquables par leur vive rougeur, qui devient plus vive encore et tout à fait écarlate dans certains états physiologiques. Mais, si on les voit alors augmenter un peu de volume, s'ils acquièrent une certaine turgescence, ils n'offrent pas la rigidité du véritable tissu érectile.

Les organes que j'ai précédemment signalés comme véritablement érectiles sont donc les seuls auxquels il convient d'appliquer cette qualification. Plus loin, en étudiant leur structure, nous verrons qu'elle se trouve en harmonie avec les deux attributs physiologiques dont la réunion est nécessaire pour les caractériser et les définir.

§ 1^{er}. — MORPHOLOGIE DU SYSTÈME ÉRECTILE.

Les organes érectiles se présentent sous l'aspect de saillies allongées et cylindroïdes ou semi-ovoïdes. Les corps caverneux et la portion spongieuse de l'urèthre revêtent la première forme et les bulbes du vagin la seconde. Tous ces organes, destinés à subir des efforts d'intensité variable, ont pour caractère commun l'extrême solidité de leurs points d'attache. Les corps caverneux se fixent par une double et longue racine aux branches ischio-pubiennes; il en est de même des bulbes du vagin. Seule la portion spongieuse de l'urèthre reste indépendante du système osseux; mais elle adhère par toute sa longueur aux corps caverneux à la fixité desquels elle se trouve ainsi associée.

Par les autres points de leurs surfaces, ces organes répondent à des parties de forme et de nature très différentes, et surtout à des vaisseaux artériels et veineux qui s'y rendent ou qui en partent, et à des lamelles fibro-élastiques qui les recouvrent sur toute leur étendue.

Dans leur état le plus habituel, ils sont mous et si dépressibles, qu'ils semblent dépourvus de toute résistance. Sous l'influence de l'éréthisme, leurs dimensions augmentent au point de doubler ou tripler leur volume.

Vus par la surface qui les limite, ils offrent une couleur blanche qui rappelle celle des ovaires et des testicules. Vus après avoir été incisés, leur aspect est bien différent; ils offrent une coloration rose, rouge ou livide plus ou moins sombre, variant, en un mot, selon la quantité de sang qu'ils contiennent.

Appartenant exclusivement à l'appareil génital dans les deux sexes, les organes érectiles offrent une très grande analogie. Les deux bulbes du vagin représentent la portion bulbeuse de l'urèthre de l'homme; cette portion se compose en effet de deux moitiés, séparées par une cloison médiane; et chacune de ces moitiés correspond à l'un des bulbes du vagin. Les corps caverneux de la femme ne diffèrent de ceux de l'homme que par leur moindre volume; sous tous les autres points de vue l'analogie est complète. Remarquons, toutefois, que dans le sexe masculin le corps spongieux de l'urèthre déborde les corps caverneux et recouvre leur extrémité antérieure en formant un renflement conoïde, le gland. Dans le sexe féminin où cette portion spongieuse n'existe pas, le gland fait défaut aussi, en sorte que les corps caverneux chez elle ne sont recouverts que par un simple prolongement de la peau, semblable au prépuce et désigné également sous ce nom.

§ 2. — STRUCTURE DU SYSTÈME ÉRECTILE.

Le système érectile se compose d'un grand nombre de tissus différents, mais ne contient aucun tissu qui lui soit propre. Il y a des organes érectiles, mais il n'existe pas de tissu érectile. Le système érectile à cet égard peut être comparé aux systèmes artériel, veineux et lymphatique, qui sont formés exclusivement aussi par des tissus généraux, mais qui ne possèdent pas un tissu propre. Ce qui les distingue, c'est le mode d'arrangement tout particulier de ces tissus généraux; et c'est ce mode d'arrangement aussi qui communique à la structure des organes érectiles ses attributs distinctifs.

Les éléments qui entrent dans la constitution de ces organes sont des vaisseaux sanguins, du tissu conjonctif, du tissu élastique, des fibres musculaires lisses, des filaments nerveux et une enveloppe fibreuse.

A. — Vaisseaux sanguins.

Ces vaisseaux sont représentés par des artères, des veines et des capillaires. Ce qui caractérise surtout la trame vasculaire des organes érectiles, c'est l'énorme calibre des capillaires, qui acquièrent ici un diamètre supérieur à celui des artères qui s'y rendent, et des veines qui en partent, et qui prennent ainsi une part considérable et prédominante à la formation de ces organes.

Ces capillaires, très courts et de forme très irrégulière, s'ouvrent largement les uns dans les autres et sont constitués par des cellules de figure allongée et losangique. Ils ne possèdent aucune résistance:

mais ils sont entourés et solidement consolidés par des aréoles, auxquelles ils adhèrent et sur lesquelles ils se moulent.

Les artères pour chaque organe érectile viennent toujours de plusieurs sources. Il en est une ou deux qui se font remarquer par la prédominance de leur calibre; telles sont les deux artères principales des corps caverneux. Elles se trouvent d'abord très rapprochées et échangent plusieurs divisions anastomotiques. Elles s'écartent ensuite et donnent de nombreuses branches dans leur trajet. Celles-ci, après avoir fourni des branches secondaires, se réduisent à de simples rameaux qui se contournent en hélice, et qui se terminent chacun par un bouquet de ramuscules contournés aussi, dont les dernières ramifications s'ouvrent dans les gros capillaires.

Dans les autres organes érectiles la distribution des artères est la même. Seulement pour la portion spongieuse de l'urèthre, qui est très longue, aux deux artères principales s'ajoutent sur toute son étendue une foule d'artérioles venues des artères dorsales du pénis.

Les veines affectent comme les artères une disposition particulière qui n'a pas été suffisamment étudiée. Leurs premières radicules ne partent pas des premiers capillaires, mais du réseau que forment ceux-ci en s'ouvrant les uns dans les autres, réseau qui occupe et remplit presque toute la cavité circonscrite par la membrane fibro-élastique des organes érectiles. De la périphérie de ce réseau naissent une prodigieuse quantité de veinules, qui s'anastomosent incessamment en formant des branches de plus en plus considérables, qui convergent de toutes parts vers la veine principale et qui forment plusieurs groupes pour les corps caverneux : l'un, inférieur, composé de veines qui contournent le pénis; l'autre, antérieur, qui chemine entre les corps caverneux et la base du gland; le troisième, médian ou ascendant; le quatrième, postérieur.

La veine dorsale profonde ou sous-aponévrotique, dans laquelle se jettent toutes les autres, émane de la trame érectile et communique largement avec la veine superficielle ou tégumentaire.

La distribution des vaisseaux sanguins dans les organes érectiles de la femme ne diffère pas de celle qu'on observe chez l'homme.

B. — *Aréoles fibre-musculaires des organes érectiles.*

Ces aréoles entourent les gros capillaires et constituent avec ceux-ci les deux attributs caractéristiques du système érectile. Pour en prendre une exacte notion, il importe de bien connaître le mode de configuration des capillaires, qui est ici tout à fait spécial. Ils sont non seulement volumineux et très anastomosés, mais comme étranglés à de

courts intervalles, en sorte que chacun d'eux représente une sorte de grosse cellule endothéliale, criblée d'orifices, et communiquant par ces orifices à la fois irréguliers et inégaux avec toutes les cellules environnantes. Ces aréoles ne se disposent pas en série linéaire ; elles forment une masse confuse qui n'a pour limite que l'enveloppe fibreuse.

Cette notion acquise, il devient facile de comprendre la forme et l'arrangement des aréoles ; autant de grosses cellules endothéliales, autant d'aréoles. Celles-ci se moulent sur les précédentes ; elles en reproduisent la forme et le mode d'intrication ; en un mot, chaque gros capillaire ou chaque grosse cellule endothéliale est entouré par une enveloppe fibro-musculaire et comme contenu dans cette enveloppe essentiellement contractile. De là cette différence capitale entre les capillaires généraux et les capillaires du système érectile : les premiers sont dépourvus de fibres musculaires ; les seconds, au contraire, en sont complètement recouverts.

Les aréoles sont donc comme une seconde tunique ajoutée à chaque gros capillaire ; cette couche, surajoutée à la couche endothéliale, se compose de trois éléments : de fibres connectives, de fibres élastiques et de fibres musculaires lisses.

Les fibres de tissu conjonctif, groupées en petits fascicules, se mêlent partout aux précédentes, sans affecter à l'égard de celles-ci aucune direction déterminée. Elles naissent surtout de l'enveloppe fibreuse et se prolongent de la périphérie vers le centre, en se continuant avec celles des aréoles environnantes.

Les fibres élastiques sont nombreuses aussi et de moyenne dimension. Comme dans toutes les autres parties du corps, elles cheminent entre les faisceaux conjonctifs, qu'elles croisent en tous sens.

Les fibres lisses sont incomparablement les plus abondantes. Elles se disposent en faisceaux et fascicules et sur certains points en larges nappes, passant d'une aréole à l'aréole voisine et jouant à l'égard de celles-ci le rôle de moyen d'union.

De ces trois ordres de fibres, quelles sont celles qui prennent la part la plus importante à la constitution des aréoles ? Ce sont sans conteste les fibres musculaires lisses. Les histologistes, il est vrai, sont divisés d'opinion sur ce point. Quelques-uns, comme Legros, annoncent que les fibres connectives sont les plus nombreuses.

Mais Legros avait surtout étudié le système érectile sur la crête du coq, et il avait eu recours à la méthode des coupes. Or, sur la crête du coq, le tissu conjonctif est en effet beaucoup plus abondant que le tissu musculaire. Mais la crête du coq et la membrane charnue du dindon ne sont ni l'une ni l'autre véritablement érectiles. Les aréoles font ici complètement défaut. Les gros capillaires ne sont pas étranglés ;

ils ne se présentent pas sous l'aspect de grosses cellules endothéliales doublées d'une enveloppe fibro-musculaire, mais sous la forme de gros vaisseaux flexueux et anastomosés; ce sont, en un mot, des capillaires ordinaires. A ces capillaires se mêlent il est vrai des faisceaux musculaires, mais cheminant dans leurs intervalles et ne leur constituant nulle part une tunique propre.

Ajoutons que, pour l'étude du système érectile, ce n'est pas à la méthode des coupes qu'il faut recourir, mais à la méthode des dissociations qui met admirablement bien en évidence les fibres musculaires et qui montre leur grande abondance et leur disposition.

En comparant la structure des corps caverneux et celle de la crête du coq sur des préparations obtenues par cette méthode, on reconnaît aussitôt combien elle diffère en passant de l'une à l'autre, et l'on constate sans peine que la crête du coq et la membrane charnue du dindon ne sont pas de nature érectile; elles rougissent et se congestionnent sous l'influence de certains excitants, mais n'offrent jamais la rigidité, qui forme l'un des deux attributs de l'érectilité.

C. — Nerfs des organes érectiles.

Les organes érectiles reçoivent un grand nombre de nerfs. Les uns viennent bien manifestement de l'axe cérébro-spinal; ils sont remarquables par leur volume et la multiplicité des divisions qui en partent. Les autres émanent du grand sympathique et donnent aussi de nombreuses ramifications. Mais le mode de terminaison de ces deux ordres de ramifications n'est pas connu. Il est rationnel de penser que les nerfs de la vie animale apportent aux organes érectiles le principe qui détermine leur turgescence, et que les nerfs de la vie organique président à la contraction des aréoles musculaires. L'action des premiers a pour point de départ une impression quelconque partie de l'axe cérébro-spinal; celle des seconds dérive de la lutte qui s'établit, au moment de l'érection, entre le sang qui dilate les aréoles et l'enveloppe fibro-musculaire de celles-ci, qui résiste à cette dilatation. L'érection sera d'autant plus complète que l'afflux du sang deviendra plus considérable et la contraction des aréoles plus énergique.

D. — Enveloppes des organes érectiles.

Deux enveloppes entourent ces organes, l'une fibreuse et l'autre élastique, plus superficielle.

L'enveloppe fibreuse est la plus importante. Elle fait essentiellement partie des organes érectiles. Seuls, en effet, les organes véritablement érectiles possèdent une enveloppe de cette nature. Ceux qui leur ont

été à tort assimilés ne possèdent pas cette enveloppe; on n'en trouve aucune trace sur les organes dits érectiles de la tête du coq et du dindon. C'est à elle qu'est dû surtout le phénomène de la rigidité. Si elle n'existait pas, la rigidité serait impossible. Mais la turgescence continuant et l'enveloppe fibreuse s'opposant à ses progrès, le sang se trouve emprisonné et à la turgescence se joint alors la rigidité.

Cette enveloppe est épaisse sur les corps caverneux, plus mince sur les autres parties du système érectile. Elle a pour éléments essentiels des faisceaux de tissu conjonctif nombreux, superposés et entre-croisés, au milieu desquels cheminent des artérioles et des veinules. Dans cette trame fibreuse, on observe aussi des fibres élastiques, dont le nombre est peu considérable, mais qui suffisent cependant pour expliquer l'élasticité qu'elle possède. C'est à cette propriété, en effet, qu'elle est redevable de son retrait au moment où l'érection cesse.

L'enveloppe élastique recouvre la précédente. Elle est beaucoup plus apparente chez l'homme, dont l'appareil érectile est plus développé, que chez la femme où il n'offre que des dimensions beaucoup moindres.

Entre cette membrane élastique et l'enveloppe fibreuse se trouvent les artères, les veines et les nerfs qui dépendent de la trame érectile. Les veines repoussées en dehors par cette trame au moment de sa turgescence, et en dedans par cette membrane qui se trouve alors mise en jeu, sont comprimées; et le sang qui les parcourt rencontre sur leur trajet un obstacle d'autant plus grand que l'érection est plus complète.

Ainsi s'explique le phénomène de la rigidité sur les organes réellement érectiles, et la mollesse, la facile dépressibilité de ceux qui n'en ont que l'apparence.

Chez ces derniers, en effet, le sang rencontrant dans les veines un écoulement aussi facile que dans les voies opposées, la lutte entre la puissance qui le fait affluer dans les aréoles et la puissance qui s'oppose à sa sortie cesse d'exister; ainsi se trouve démontré le mécanisme de l'érection.

Ces deux puissances sont donc de nature bien opposée; la première, essentiellement active, réside dans la trame érectile et prend sa source dans le système nerveux; la seconde, essentiellement physique, réside surtout dans les deux enveloppes qui entourent cette trame.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Des méthodes.....	1
Des systèmes.....	5
Des tissus et des éléments.....	7

DES CELLULES CONSIDÉRÉES DANS LES DEUX RÈGNES

Morphologie des cellules.....	9
Volume.....	10
Forme.....	11
Rapports.....	12
Des épithéliums.....	14
Structure des cellules.....	16
Cellules animales.....	16
Protoplasme.....	16
Leucytes.....	18
Chromoleucytes.....	20
Noyau.....	21
Membrane.....	23
Substances qui dérivent des cellules.....	23
Des ciments.....	24
Membranes amorphes.....	25
Faisceaux conjonctifs.....	25
Fibres élastiques.....	26
Cellules végétales.....	27
Protoplasme, vacuoles.....	27
Noyau.....	28
Leucytes.....	29
Membranes.....	30
Substances qui dérivent de l'activité des cellules.....	32
Développement des cellules.....	33

Développement de l'œuf	38
Chez les animaux.....	38
Spermatozoides.....	38
Ovule.....	41
Mécanisme de la fécondation.....	41
Chez les phanérogames.....	43
Fécondation de l'oosphère.....	44
Croissance de l'oosphère.....	46
Parallèle de la fécondation dans les deux règnes	47
De l'association des systèmes	49

SYSTÈME CONJONCTIF

Morphologie	52
Forme membraneuse	53
Tissu conjonctif sous-cutané.....	53
Tissu conjonctif sous-muqueux.....	54
Tissu conjonctif sous-séreux.....	55
Forme cylindrique	55
Tissu conjonctif péri-artériel.....	55
Tissu conjonctif péri-veineux.....	56
Tissu conjonctif péri-lymphatique.....	56
Du tissu conjonctif des conduits excréteurs	56
Du tissu conjonctif dans les divers organes	57
Du tissu conjonctif dans les diverses régions	58
Tête.....	58
Cou.....	59
Tronc.....	60
Membres.....	61
Du tissu conjonctif aux divers âges	61
Enfant.....	62
Adulte.....	62
Vieillard.....	63
Structure	63
Faisceaux de tissu conjonctif	64
Anneaux et spires.....	65
Fibres.....	68
Stries.....	68
Granules.....	70
Cellules du tissu conjonctif	72
Parties accessoires	74
Tissu conjonctif du cordon ombilical	76
Faisceaux conjonctifs.....	77
Cellules.....	78
Propriétés	79
Développement	81
Système conjonctif des végétaux	82
Morphologie.....	83
Structure.....	84
Propriétés.....	85

TABLE DES MATIÈRES.

839

Procédés d'étude	86
Applicables aux animaux.....	87

SYSTÈME FIBREUX

Morphologie	89
Forme arrondie.....	90
Forme membraneuse.....	90
Structure	93
Tissu fibreux.....	94
Faisceaux fibreux.....	95
Gaine.....	97
Faisceaux des divers ordres.....	97
Faisceaux primitifs.....	98
Cellules du système fibreux.....	99
Animaux favorables à leur étude.....	99
Cellules étoilées.....	103
Cellules cubiques.....	104
Cellules sphériques et ovoïdes.....	105
Cellules cylindriques.....	106
Cellules fusiformes.....	106
Parties accessoires.....	106
Fibres élastiques.....	108
Tissu adipeux.....	108
Artères et veines.....	108
Capillaires sanguins.....	110
Nerfs.....	112
Corpuscules de Pacini.....	113
Propriétés	115
Parallèle des systèmes fibreux et conjonctif	117
Morphologie.....	117
Propriétés.....	118
Structure.....	118
Conclusion	119

SYSTÈME ÉLASTIQUE

Morphologie	120
Structure	124
Tissu élastique.....	125
Fibres élastiques.....	125
Tissu élastique fenêtré.....	126
Parties accessoires.....	128
Propriétés	128
Développement	129
Procédés d'étude	130

SYSTÈME ADIPEUX

Morphologie	131
Du système adipeux dans les divers organes.....	131
Dans les diverses régions.....	132
Aux divers âges.....	132
Chez les divers individus.....	134
Dans les diverses espèces animales.....	135
Structure	135
Tissu adipeux.....	135
Mode de groupement des cellules adipeuses.....	135
Couleur des cellules.....	136
Siège.....	136
Nombre, volume, consistance.....	137
Forme.....	138
Structure intime.....	138
Parties accessoires.....	140
Propriétés	143
Développement	144

SYSTÈME CARTILAGINEUX

Morphologie	145
Cartilages d'ossification.....	145
Cartilages diarthroïdiaux.....	146
Cartilages amphiarthroïdiaux.....	147
Cartilages périchondriques.....	147
Structure	148
Tissu cartilagineux.....	148
Cellules.....	149
Substance amorphe.....	151
Parties accessoires.....	152
Vaisseaux sanguins.....	152
Périchondre.....	153
Propriétés	154
Développement	157
Attributions	159

SYSTÈME FIBRO-CARTILAGINEUX

Morphologie	160
Fibro-cartilages dont les deux faces sont libres.....	160
Fibro-cartilages adhérents par une face.....	161
Fibro-cartilages adhérents par leurs deux faces.....	161
Fibro-cartilages à l'état d'ébauche.....	162

TABLE DES MATIÈRES.

841

Structure	162
Tissu fibro-cartilagineux	162
Fibro-cartilages interarticulaires et périchondriques.....	162
Fibro-cartilages amphiarthroïdiaux.....	164
Partie périphérique	164
Partie centrale.....	166
Parties accessoires	168
Vaisseaux.....	168
Nerfs.....	170
Fibres élastiques.....	170
Propriétés	170
Procédés d'étude	172

SYSTÈME OSSEUX

Conformation intérieure des os	174
Os longs.....	174
Os plats.....	176
Os courts.....	177
Structure du tissu osseux	178
Substance amorphe, lamelles	178
Canalicules vasculaires	180
Ostéoplastes.....	183
Cellules étoilées des os	185
Substance médullaire ou moelle	187
Moelle rouge.....	188
Médullocelles.....	188
Grandes cellules ou myéloplaxes.....	188
Moelle jaune.....	190
Moelle grise.....	191
De la moelle des os aux divers âges.....	191
Périoste	193
Vaisseaux et nerfs des os	196
Composition chimique des os	197
Développement des os	199
Évolution des os précédés d'un cartilage.....	199
Phénomènes qui se passent dans le cartilage.....	199
Phénomènes qui président à l'allongement.....	201
Phénomènes qui président à l'accroissement en épaisseur.....	202
Phénomènes qui se passent à la surface de l'os.....	202
Phénomènes qui se produisent dans le canal.....	203
Évolution des os non précédés d'un cartilage.....	205

APPAREIL DE LA CIRCULATION

Considérations générales.....	207
--------------------------------------	------------

SYSTÈME ARTÉRIEL

Structure.....	208
Tunique externe.....	210
Couche superficielle.....	210
Couche profonde.....	212
Tunique moyenne.....	215
Fibres musculaires lisses.....	216
Tissu élastique fenêtré.....	219
Tunique interne.....	221
Couche élastique.....	222
Couche endothéliale.....	222
Artères ombilicales.....	224
Propriétés.....	225

SYSTÈME VEINEUX

Structure.....	229
Tunique externe.....	229
Veines sus-diaphragmatiques.....	229
Veines sous-diaphragmatiques.....	232
Tunique moyenne.....	233
Tunique interne.....	237
Veinules des circonvolutions du cerveau.....	238
Valvules des veines.....	239
Veine ombilicale.....	239
Propriétés du système veineux.....	242
Dégénérescence graisseuse.....	244
Parallèle des artères et des veines.....	246
Parallèle des tuniques.....	246
Parallèle des propriétés.....	247

SYSTÈME CAPILLAIRE

Morphologie.....	248
Pluralité des systèmes capillaires.....	248
Leur inégale capacité.....	251
Trajet, anastomoses des capillaires.....	252
Indépendance des capillaires sanguins.....	253

TABLE DES MATIÈRES.

843

Structure	254
Capillaires artériels.....	255
Capillaires proprement dits.....	255
Capillaires veineux.....	258
Propriétés	259
Développement de l'appareil vasculaire	260

SYSTÈME LYMPHATIQUE

VAISSEAUX LYMPHATIQUES

Morphologie	264
Vaisseaux afférents.....	264
Vaisseaux efférents.....	267
Cœurs lymphatiques de la raie.....	268
Origine des vaisseaux lymphatiques	269
Réseau des lacunes et capillicules.....	269
Forme et disposition.....	274
Capillaires lymphatiques.....	276
Origine des chylifères.....	277
Lymphatiques des séreuses.....	278
Précédés d'étude	279
Appliqués au réseau des lacunes.....	279
Appliqués aux chylifères.....	282
Appliqués au réseau sous-papillaire.....	282
Structure	284
Tunique externe.....	284
Tunique moyenne.....	285
Tunique interne.....	287
Propriétés	288
Développement	289

GANGLIONS LYMPHATIQUES

Morphologie	290
Structure	292
Enveloppe musculaire.....	293
Trabécules musculaires.....	293
Gros capillaires.....	295
Réseau lymphatique périphérique.....	298
Réseau d'origine des efférents.....	300
Vaisseaux sanguins, nerfs.....	301
Fonctions des ganglions	302

ÉLÉMENTS FIGURÉS DU SANG

Globules blancs	304
Prolongements amiboïdes	305
Noyau.....	305
Protoplasme	306
Leucytes.....	306
Enveloppe	306
Globules rouges	307
Globules rouges des ovipares	307
Poissons, raie.....	308
Batraciens, grenouille.....	310
Reptiles.....	311
Oiseaux.....	311
Globules rouges des vivipares	311
Cheval.....	312
Homme.....	312
Conclusion	312

APPAREIL VASCULAIRE DES VÉGÉTAUX

Système ligneux	313
Faisceaux ligneux.....	313
Vaisseaux ligneux.....	315
Cellules ligneuses.....	316
Système libérien	317
Faisceaux libériens.....	317
Vaisseaux libériens.....	317
Cellules libériennes.....	318
Origine des vaisseaux criblés.....	320
Rôle des vaisseaux criblés.....	320
Procédés d'étude	320
Parallèle de l'appareil vasculaire dans les deux sexes	321

SYSTÈME MUSCULAIRE A FIBRES LISSES

Morphologie	323
Mode de répartition.....	323
Mode de conformation.....	334
Structure	336
Tissu musculaire.....	336

TABLE DES MATIÈRES.

845

Parties accessoires.....	339
Vaisseaux sanguins.....	340
Vaisseaux lymphatiques.....	341
Ganglions nerveux.....	342
Tissu conjonctif.....	347
Fibres élastiques.....	347
Propriétés.....	348
Propriétés physiques.....	348
Propriétés physiologiques.....	352
Sensibilité.....	352
Contractilité.....	353
Tonicité.....	354
Développement.....	355

SYSTÈME MUSCULAIRE A FIBRES STRIÉES

Morphologie.....	360
Nombre des muscles.....	360
Situation.....	361
Volume et direction.....	362
Forme.....	365
Attaches.....	368
Rapports.....	369
Disposition relative des muscles et des tendons.....	374
Anomalies des muscles.....	375
Structure.....	376
Tissu musculaire strié.....	376
Faisceaux musculaires.....	377
Faisceaux primitifs.....	378
Constitution de ces faisceaux.....	379
Noyaux.....	380
Stries transversales.....	381
Stries longitudinales.....	390
Protoplasme.....	392
Sarcolemme.....	392
Parties accessoires.....	393
Tissu conjonctif.....	393
Vaisseaux sanguins et lymphatiques.....	394
Nerfs.....	397
Moteurs.....	397
Sensitifs.....	398
Tissu musculaire du cœur.....	401
Nerfs.....	404
Propriétés.....	405
Développement des muscles.....	410
Parallèle des deux systèmes musculaires.....	412

SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE

Morphologie	418
Conformation de la moelle épinière.....	419
Conformation de l'encéphale.....	420
Conformation des nerfs.....	421
Structure	424
Moelle épinière.....	424
Substance grise.....	424
Cornes antérieures.....	425
Cornes postérieures.....	432
Colonnes de Clarke.....	433
Commissures.....	433
Substance blanche.....	434
Parties accessoires.....	439
Développement.....	442
Bulbe rachidien.....	444
Parties communes au bulbe et à la moelle.....	445
Parties surajoutées.....	451
Étude du bulbe à l'aide des coupes.....	454
Parties accessoires.....	458
Isthme de l'encéphale.....	460
Structure de la protubérance.....	460
Structure des pédoncules cérébraux.....	463
Structure du cerveau.....	464
Substance grise.....	465
Substance blanche.....	470
Structure du cervelet.....	471
Tissu conjonctif et vaisseaux de l'encéphale.....	474
Enveloppes de l'axe cérébro-spinal.....	476
Développement de l'encéphale.....	478
Partie périphérique du système nerveux.....	479
Origine des nerfs.....	479
Structure.....	480
Faisceaux nerveux.....	481
Tubes nerveux.....	482
Gaine de Henle.....	486
Névrilème.....	486
Parties accessoires.....	489
Terminaison.....	489
Ganglions.....	491

SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ORGANIQUE

Morphologie	497
Tronc ou partie centrale.....	497
Partie afférente.....	498
Partie efférente.....	499

TABLE DES MATIÈRES.

847

Structure	501
Structure de la partie centrale	501
Rameaux unissants.....	501
Ganglions.....	503
Structure de la partie efférente	506
Plexus solaire.....	507
Partie terminale.....	509

SYSTÈME CUTANÉ

Système cutané de l'homme	517
Morphologie	518
Trajet de la peau.....	518
Étendue, épaisseur.....	519
Couleur.....	522
Surface externe.....	524
Surface interne.....	526
Structure	528
Derme	529
Papilles.....	531
Glandes sudorifères	536
Glandes sudorifères de l'homme.....	538
Glandes sudorifères des vertébrés.....	544
Structure.....	545
Développement.....	546
Fonctions.....	547
Procédés d'étude.....	549
Glandes sébacées	550
Première classe.....	550
Deuxième classe.....	555
Troisième classe.....	556
Structure et développement.....	559
Vaisseaux du derme.....	561
Corpuscules de Pacini.....	564
Épiderme	567
Mode de configuration.....	567
Structure.....	568
Couche muqueuse.....	570
Couche cornée.....	579
Développement.....	581
Propriétés.....	583
Système cutané des mammifères	585
Peau des solipèdes.....	585
Peau des ruminants.....	591
Peau des carnassiers.....	594
Peau des rongeurs.....	596
Peau des pachydermes.....	598
Système cutané des oiseaux	601
Peau des mandibules.....	603

Système cutané des reptiles et des batraciens.....	606
Système cutané des poissons.....	611
Considérations générales.....	613
Système cutané des plantes.....	618
Peau de la racine.....	618
Peau de la tige.....	621
Peau des feuilles.....	622

SYSTÈME PILEUX

Follicules pileux.....	625
Poils.....	629
Morphologie.....	629
Structure.....	636
Homme.....	641
Mammifères.....	643
Propriétés.....	645
Développement.....	647

SYSTÈME DES PLUMES

Morphologie.....	649
Partie basilaire ou cornée.....	651
Tige des plumes.....	652
Barbes et barbules.....	652
Structure.....	653
Tube corné.....	653
Tige.....	655
Barbes.....	656
Barbules.....	656
Plumes incomplètes.....	659
Plumes piliformes.....	659
Plumes de duvet.....	661
Développement.....	663
Follicule des plumes.....	663
Plumes proprement dites.....	666
Centre de génération postéro-inférieur.....	668
Centre de génération antéro-supérieur.....	671
Propriétés.....	671
Parallèle des poils et des plumes.....	672

SYSTÈME CORNÉ

Ongles des animaux ongulés	674
Derme péri-onguéal.....	674
De l'ongle proprement dit.....	676
Ongles de l'homme	679
Derme péri-onguéal.....	679
De l'ongle proprement dit.....	681
Connexions des ongles avec l'épiderme.....	682
Structure.....	685
Ongles des onguiculés et des oiseaux	687
Propriétés et développement	689

SYSTÈME MUQUEUX

Morphologie	693
Muqueuse gastro-pulmonaire.....	694
Muqueuse génito-urinaire.....	702
Structure du système muqueux	704
Muqueuses papillaires.....	707
Muqueuses cribriformes.....	717
Muqueuses ciliées.....	728
Développement du système muqueux	732
Muqueuses qui naissent de l'endoderme.....	732
Muqueuse digestive.....	732
Muqueuse respiratoire.....	734
Muqueuse vésicale.....	737
Muqueuses qui naissent de l'ectoderme.....	740
Muqueuses qui naissent du mésoderme.....	745
Canal et corps de Wolff.....	745
Lame germinative, canal de Muller.....	746
Testicules.....	748
Cloaque.....	749

SYSTÈME GLANDULAIRE

Des fausses glandes	752
Des fausses glandes qui diffèrent les unes des autres.....	752
Glandes de Pacchioni.....	753
Glande pinéale.....	753
Poumons.....	754

Cellules adipeuses.....	755
Glandes de Tyson.....	756
Globules sanguins.....	758
Des glandes qui se rattachent au système lymphatique.....	759
Follicules clos agglomérés.....	759
Ganglions lymphatiques.....	760
Glandes de Peyer.....	762
Rate.....	764
Glande thyroïde.....	765
Thymus.....	766
Amygdales, capsules surrénales.....	767
Des glandes proprement dites.....	769
Dénombrement des glandes.....	770
Répartition des glandes.....	775
Classification des glandes.....	779
Glandes munies d'un simple orifice.....	781
Glandes munies d'un conduit non divisé.....	782
Glandes munies d'un conduit ramifié.....	783
Glandes munies d'un réservoir.....	785
Structure des glandes.....	787
Glandes en grappe.....	787
Glandes en tube.....	795
Propriétés des glandes.....	804
Procédés d'étude.....	805
Fonctions.....	806
Développement.....	807
Glandes des muqueuses papillaires.....	808
Glandes des muqueuses cribriformes.....	810
Glandes exceptionnelles.....	812

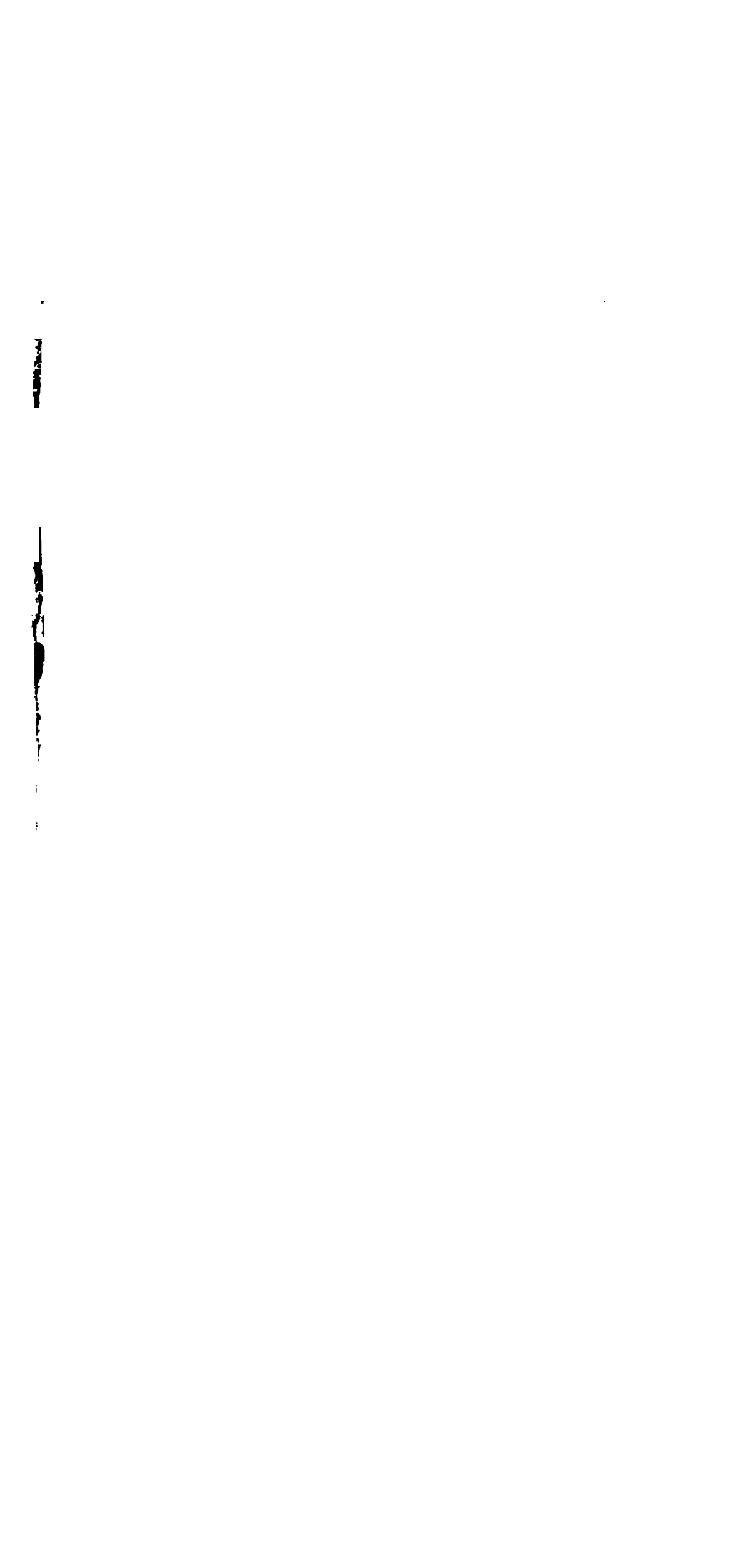
SYSTÈME SÉREUX

Morphologie.....	814
Disposition générale.....	814
Séreuses splanchniques.....	815
Séreuses articulaires.....	817
Séreuses des tendons.....	818
Bourses séreuses.....	819
Structure.....	820
Grandes séreuses.....	820
Couche superficielle.....	821
Couche profonde.....	821
Synoviales et bourses séreuses.....	826
Propriétés.....	826
Propriétés physiques.....	828
Propriétés physiologiques.....	829

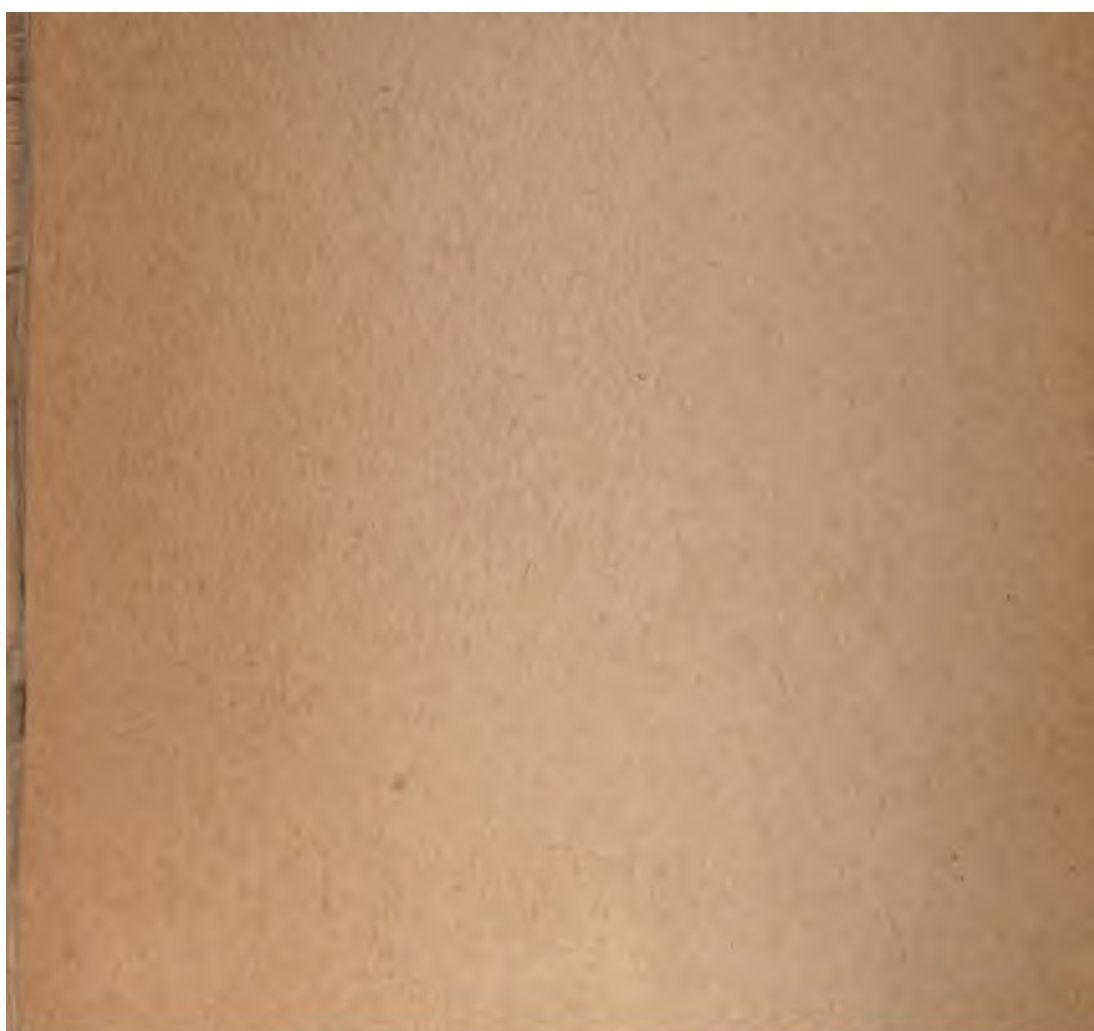
SYSTÈME ÉRECTILE

Morphologie	830
Structure	832
Vaisseaux sanguins.....	832
Aréoles fibro-musculaires des organes érectiles.....	833
Nerfs des organes érectiles.....	835
Enveloppes des organes érectiles.....	835
Enveloppe fibreuse.....	836
Enveloppe élastique.....	836

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES







rt Constant, 1810-1896
omie generale,
ude des systemes, des
lements : etude, fondee
nouvelle, la methode
ns. -- Paris :

. ill. : 26cm

. Title.

CSt-L 50482
BJO 5631742

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIF. 94305

